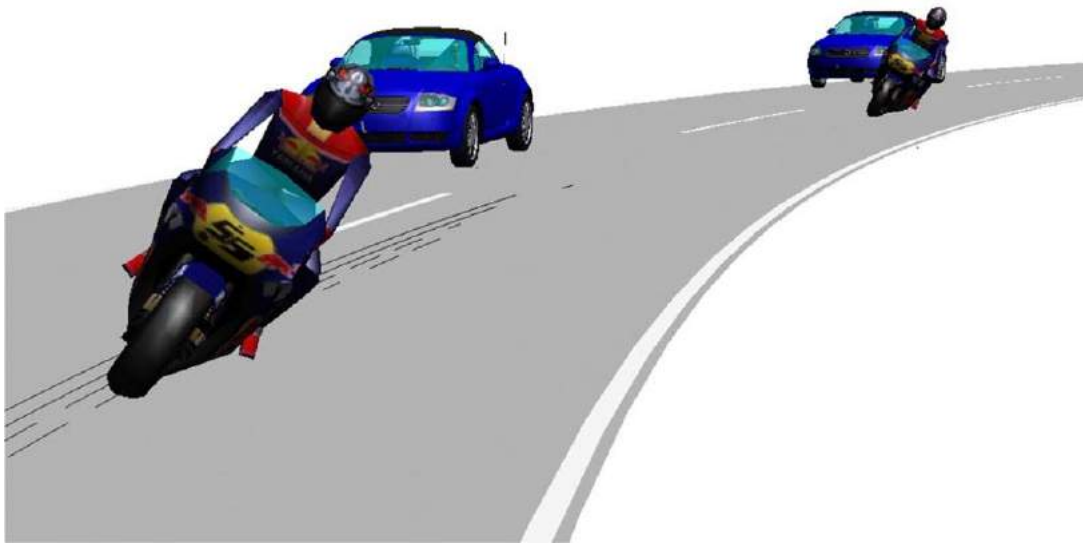
PC-CRASH

Software per la simulazione di incidenti stradali



Manuale d’uso

Versione 8.0

Novembre 2007

© Dr. Steffan Datentechnik

Linz, Austria

Traduzione di Francesca & dott. Virginio Rivano

Indice

CAPITOLO 1 INSTALLAZIONE 1

INTRODUZIONE 1
IL PACCHETTO SOFTWARE PC-CRASH 1
REQUISITI HARDWARE 1
USO DI MOUSE E STAMPANTI 2
INSTALLAZIONE DI PC-CRASH 2
Licenza di PC-Crash 6
VERSIONE DEMO 7
CARATTERISTICHE DI PC-CRASH 7
Caratteristiche aggiuntive di PC-Crash 3D 9

CAPITOLO 2 UTILIZZARE PC-CRASH 11

OPZIONI DEL MENU 11
TASTI DI SCELTA RAPIDA 14
IMPOSTAZIONI PREDEFINITE 15
Unità di misura 15
NUOVO PROGETTO 16
Procedura guidata 17
APRI O SALVA PROGETTO 18
Salva Automaticamente 18
SCHERMATA PRINCIPALE 19
Impostazioni di visualizzazione 19
Forma del veicolo 19
Ultimo tratto 19
Aggiornamento dello schermo 20
CARICARE I VEICOLI 20
Database Veicoli 20
Generale 20
DSD 22
DSDJapan2000 e Vyskocil 23
Specs 23
Veicoli Personalizzati 24
Costruzione Veicolo 25
IMPOSTAZIONI VEICOLO 26
RIMORCHI 27
SALVARE UN VEICOLO 28
CANCELLARE O SOSTITUIRE UN VEICOLO 29
INSERIRE PROFILI DI VEICOLI 2D E 3D 29
INSERIRE SFONDI 29
Sfondo 2D 29
Sfondo 3D 30
Importare uno sfondo 3D 30
Importare DXF 3D da un rilievo 30
Creare uno Sfondo 3D 31
Poligoni di pendenza 31
Oggetti stradali 3D 32
Curve di livello 32
Poligoni di Attrito 32
DEFINIRE LE CONDIZIONI INIZIALI DEL VEICOLO 33
Posizione e Velocità 33
Lo strumento Carro Attrezzi 33

Disporre i veicoli su superfici 3D *33*
Imbardata Iniziale *34*
Retromarcia *35*
DISTANZE E SCALA 35
Misurare le distanze *35*
Griglia *36*
Scala *36*
SEQUENZE DI MOVIMENTO (F6) 36
ANALISI DELL'URTO 38
Preparazione della Simulazione di un incidente *38*
Posizione dell'urto *39*
Determinazione della nuova Posizione Iniziale *40*
Simulazione dell'urto *41*
Definizione del punto d'urto 42
Rotazione del piano di contatto 42
Visualizzazione della Posizione Post Urto 42
Altri Parametri d'urto 43
Valori EES *44*
Traiettorie Post-Urto *45*
Traiettorie Pre-Urto *46*
Traiettorie Pre-Urto complesse 47
Salvare la Simulazione come Immagine *48*
ANALISI AUTOMATICA DELLA COLLISIONE 48
Definizione della Posizione di Arresto e/o Intermedia *48*
Ottimizzazione della Collisione *48*
URTI SECONDARI 50
SPOSTAMENTO DELLA POSIZIONE INIZIALE 50
PERCORSI 51
ANALISI POST-URTO USANDO LE TRACCE DI FRENATA 51
SINCRONIZZAZIONE DEI VEICOLI 53
PEDONI 55
Modello semplificato di pedone *55*
Modello Multibody *55*
MODELLI DI PASSEGGERO 56
Modello "Passeggero" *56*
Passeggero Multibody *57*
Passeggero Madymo *58*
RIBALTAMENTI 59
VISTA 3D E ANIMAZIONI 61
Vista 3D *61*
Costruire Animazioni *62*
DATI INSERITI E RISULTATI 62
Stampa *62*
Stampare lo sfondo 62
Stampare un rapporto 63
Stampa Commenti 63
Valori *63*
Diagrammi *65*
Interfaccia programmi di elaborazione testi *66*
Esportare negli Appunti di Windows 66
Esportare usando File DXF 66
Esportare Diagrammi 67
ESEMPIO: CARICO SU RIMORCHIO 67
1. (a) Caricare Veicoli o (b) definire veicoli 67
2. Rimorchi 68
3. Proprietà sospensioni 68
4. Veicolo Dxf 69
5. Definizione sistema Multibody 69
6. Impostazioni Sistema Multibody 70

7. Sistema Multibody Ancoraggio 70
8. Contatti Sistema Multibody 71
9. Sequenze 71
10. Visualizzazione 71
CREARE L'INTERNO DEL VEICOLO PER LA SIMULAZIONE DEL PASSEGGERO 71

CAPITOLO 3 DESCRIZIONE DEL MENU 77

FILE 77
Nuovo *77*
Carica *77*
Salva *77*
Salva con nome *78*
Procedura guidata *78*
Importa *79*
Scansione 79
Selezione Scanner 79
Bitmap 79
Disegno DXF 80
Veicolo Personalizzato 80
Esporta *81*
Bitmap 81
Esportare un Disegno DXF 81
Veicolo Personalizzato 81
Stampa (CTRL + P) *81*
Anteprima di Stampa (F10) *82*
Stampa Dati / Modelli *82*
Imposta Stampante *83*
Stampa Schermo (F12) *83*
Copia Schermo (CTRL C) *84*
Stampa Rapporto *84*
Progetti recenti *84*
Esci *84*
VEICOLO 84
Database Veicoli *85*
Database 85
N° Veicolo: 85
Tipo (disponibile solo per Database DSD) 86
Ricerca Veicolo 86
Numero omologazione KBA (XXXXXX-0000-000XXX) 86
Costruttore 86
Modello 86
Anno (disponibile solo per i database DSD) 87
Conducente 87
Carica 87
Chiudi 87
Veicoli: Disegni Veicolo *87*
Modifica profili dei veicoli 3D acquistati da terzi per l'utilizzo in PC-Crash 89
Creare la deformazione usando diversi profili del veicolo 90
Importare Profili di Veicoli danneggiati 90
Usare la funzione Deforma Disegno 91
Veicolo 92
Ruota vista DXF 92
Cambia disegno dopo le collisioni 92
Usa disegno 3D del veicolo per generare la rete 92
Descrizione 92
Valido da 92
File 93
Sagoma Veicolo 2D o 3D 93
Vista Laterale 93
Sagoma 3D 94
Nuovo 94

Copia 94
Elimina 94
OK 94
Modifica Disegno 94
Elimina Ultimo Veicolo *95*
Gestione Veicolo *96*
Impostazioni Veicolo *96*
Geometria Veicolo 97
Veicolo 97
Nome Veicolo 97
N° degli assi 97
Lunghezza, Larghezza, Altezza 98
Interasse 98
Sbalzo Anteriore 98
Carreggiata 98
Tipo 98
Peso 98
Distanza del C.G. dall'asse anteriore 98
Altezza C.G. 98
Momenti di Inerzia 99
ABS 99
OK 99
Annulla 99
Proprietà Sospensioni 100
Veicolo 100
Massima Compressione 100
Rigidità (E) 100
Smorzamento (D) 100
Proprietà delle Sospensioni 101
Corpo Auto 101
Forza di Frenata Posteriore 102
Numero Veicolo 103
phi, z', m 103
Carico 103
Veicolo 104
Occupanti anteriori 104
Passeggeri abitacolo posteriore 104
Carico sul tetto 104
Carico bagagliaio 105
Rimorchio 105
Veicolo Trattore 105
Rimorchio 106
Tipo di rimorchio 106
Massima forza rimorchio 106
Lunghezza del timone 106
Sporgenza del gancio 106
Altezza gancio 106
Spostamento Y gancio trattoree 106
Spostamento Y gancio rimorchio 106
Trasferimento della quantità di moto 106
Sagoma Veicolo 107
Parametri d'Urto 108
Piano di contatto costante 109
Restituzione costante 109
Attrito di contatto costante 109
Controllo Stabilità 109
usa ESP 109
Tempo di ciclo 110
Soglia d'Imbardata 110
Fattore di controllo 110
Modelli degli Pneumatici *110*
Veicolo 111
Selezione Modello 111

Modello di Pneumatico Lineare 111
Modello di Pneumatico TM-Easy 113
Pneumatico 113
Fmax 114
Smax 114
Fslip 114
Sslip 114
FOp 114
Dimensione Pneumatico , Diametro, Larghezza 114
Motore/Trazione *114*
Veicolo 115
Potenza del Motore 115
Velocità del Veicolo (max) 116
Velocità del Motore (max) 116
Efficienza 117
Tipo di Trazione 117
Cambio 117
Resistenza dell'aria *117*
Resistenza dell'aria 118
Vento 118
Direzione 119
Forza 119
dT On e dT Off 119
Sterzata del rimorchio *120*
Modello di guida *121*
Massimo Angolo di Sterzata 121
Massima Vel. di Sterzata 121
Sguardo in avanti 121
Modello di guida 121
Catalogo EES *122*
Crash 3 – Calcolo EBS *123*
Database NHTSA 124
Deformazione Veicolo 126
EBS 127
Database Rigidezze *127*
Calcolo del contatto dello pneumatico *128*
Sistema Multibody *131*
DINAMICA 131
Posizione e Velocità (F7) *131*
Descrizione delle voci della finestra Posizione e Velocità 132
Veicolo 132
Posizione C.G. 132
Velocità 132
Angoli 132
Copia 133
Velocità angolare 133
OK 133
Reset 133
Sequenze (F6) *133*
Individuazione Ribaltamento *134*
Calcoli Cinematici *135*
Post-urto 136
Pre-urto 136
Acc./Frenata 137
Collisione/Post urto 138
Pedone 139
Distanza di lancio del pedone 140
Peso del Veicolo 141
Peso pedone 141
Fattore d'urto 141
Distanza di lancio 141
Distanza di frenata 141

amin e amax 141
v' 141
dkv 141
vk 141
Tolleranza (vmin / vmax) 141
Velocità all'urto 141
vst 142
Evitabilità nello spazio 142
Evitabilità nel tempo 143
Barra strumenti Cinematici *143*
Accelerazione 145
Acc./Frenata 146
Reazione/Frenata 147
Post-Urto 148
Evitabilità nel tempo *149*
Veicolo evitabilità 149
Riduci velocità 149
Aumenta livello frenata 150
Velocità iniziale 150
Attiva/Disattiva 150
Calcola 150
Segui Percorso a ritroso … *150*
Definisci Punti del Percorso *151*
Ancora Veicolo *152*
Definisci Poligoni di Attrito *153*
Definisci Pendenza della strada *154*
Crea oggetto stradale 3D 155
Generale 156
Lunghezza totale *156*
Larghezza *156*
Risoluzione longitudinale *157*
Raggio della strada *157*
Importa 157
Esporta 158
Ripe 158
Diagramma 158
Segnaletica 163
Opzioni 163
Muovi/Ruota Veicolo *164*
UDS 164
URTO 165
Simulazione Urto (F8) *165*
Veicolo: 167
Pre-Urto: Vel.: 167
Post-Urto: 167
Deformazione 168
EES 168
v Sep 168
Rest. 169
Attrito 169
Coordinate 170
Urto 170
Opzioni 170
Urto 171
N° Urto 171
Auto calc. 171
Individuazione dell'Urto *172*
Individuazione Urto con combinazioni Autocarro/Rimorchio *172*
Simulazione Urto a ritroso … *172*
Pre urto 173
Post urto 173
Calc. Urto 174

Modello d'urto basato sulla Rigidezza *175*
Modello d'urto basato sul profilo a rete dei veicoli *176*
Posizioni di arresto *178*
Posizioni Intermedie *178*
Ottimizzatore della Collisione *178*
Ottimizza ... 178
Proprietà ... 181
Rapporto ... 181
Simulazione Passeggero Madymo® *182*
OPZIONI 182
Valori (F4) *182*
Barra degli strumenti ... 183
File ... 183
Modifica ... 184
Impostazioni ... 184
Sequenze ... 184
Sezioni ... 184
Parametri dell'urto ... 184
Dinamica Veicolo ... 184
Rapporto ... 184
Usa Modello ... 184
Impostazioni Rapporto ... 185
Distanza/Tempo ... 185
Forze normali dello pneumatico ... 185
Forze laterali dello pneumatico ... 185
Forze di frenata ... 185
Energia ... 185
Coefficiente di Attrito ... 185
Velocità ... 185
Accelerazione ... 185
Diagrammi (F2) *185*
Dimensioni Diagrammi ... 186
Colori delle linee dei diagrammi ... 186
Scansione diagramma ... 186
Diagrammi ... 187
Veicoli ... 187
Sistemi Multibody ... 188
Ottimizzatore Collisione ... 189
Diagrammi Madymo® ... 189
Esporta Diagramma ... 189
Segnali dei Sensori ... 189
Opzioni ... 190
Copia (CTRL C) ... 190
Diagrammi / Assi ... 191
Spostamento dell'Origine ... 191
Griglia ... 192
Muovi ... 192
Barra di Disegno ... 192
Stampa ... 192
Finestra ... 192
Posizione viodeocamera 3D *192*
Vista 3D (F9) *193*
Animazione ... 194
Posizione videocamera ... 194
Posizionamento videocamera dinamica ... 195
Salva Filmato ... 195
Opzioni ... 196
Descrizione ... 198
Descrizione ... 199
Apri filmato ... 200
Anteprima di Stampa ... 201
Stampa ... 201

Apri file Madymo Kin3 201
Informazioni su 3D 201
Visualizzazione 201
Fonte Luminosa 201
Opzioni di Visualizzazione 202
Inserire tempo/velocità 204
Barra degli Strumenti 205
Sfondo 205
Carica Bitmap 205
Elimina Bitmap 206
Posiziona Bitmap 206
Muovi Bitmap 206
Scala Bitmap 206
Tonalità/Luminosità/Saturazione 206
Contrasto/Luminosità 206
Finestra Vista Laterale *207*
Strumenti 208
Ingrandisci 208
Riduci 208
Barra degli strumenti 208
Barra di stato 208
Proprietà 208
Opzioni 208
Copia Finestra 208
Calcola Angolo di Beccheggio 209
Ordine Sovrapposizione 209
Stampa 209
Anteprima di Stampa 209
Stampa 209
Posizione del sole *209*
Griglia *211*
Metro *211*
Barra di Simulazione (SHIFT F9) *212*
Barra degli strumenti principale *212*
Barra di Stato *212*
Opzioni *212*
Cartelle 213
Colori 213
Colore veicolo 214
Colore sagoma post-urto 214
Colore 200 ms dopo l'urto 214
Parametri Simulazione 214
Aggancia punto d'Urto 215
Individuazione Urto 215
Profondità di penetrazione 215
Calcolo Automatico 215
Tempo massimo della simulazione 215
Intervallo di integrazione 216
Calcolo Automatico di Urti Secondari 216
Parametri per Urti Secondari 216
Impostazioni di Visualizzazione 216
Ultima Posizione 216
Ultimo Tratto 216
Traiettorie delle ruote 217
Tracce visibili 217
Urti 217
Triangolo V 217
Aggiornamento Automatico 218
Impostazioni Predefinite 219
Attrito 219
Tempo di reazione 219
Ritardo di frenata 219
Aumento lineare durante la fase di frenata 219

Altezza Predefinita del CG 219
Unità 220
Lingua 220
Salva 220
Annulla 220
Funzione di Salvataggio Automatico 220
GRAFICA 221
Scala e Spaziatura Griglia *221*
Scala 221
Spaziatura Griglia 221
Linee griglia 221
Bitmap 222
Aggiorna (F5) *222*
Annulla Zoom (F3) *222*
Zoom Finestra *223*
Ingrandisci tutto *223*
Sposta *223*
GRAFICA – MODIFICA BITMAP 223
Scala *224*
Sposta *224*
Ruota *224*
Ruota +90° *225*
Ruota -90° *225*
Scala di grigi *225*
Inverti *225*
Tonalità/Luminosità /Saturazione *225*
Contrasto/Luminosità *226*
Elimina Bitmap *226*
GRAFICA - DXF 226
Sposta *226*
Barra di Disegno *226*
Seleziona, Muovi 230
Ruota Selezionato 230
Strumento di Misura 230
Linea 230
Linea Spezzata 231
Poligono 231
Rettangolo 231
Cerchio 232
Arco 232
Testo 232
Cambia Stile Linea 232
Cambia carattere, colore del testo 233
Raggruppa 233
Separa 233
Porta in Primo Piano 234
Porta in secondo piano 234
Genera elemento stradale 234
Genera Incrocio 235
Copia Selezionato 235
Elimina Selezionato 235
Biblioteca dei Simboli 236
Ridimensiona Selezionato 236
Livelli 236
Triangola selezionato 236
Ruota 3D Selezionato 237
Sposta 3D Selezionato 237
Inserisci oggetto 237
Salva selezionato 237
Ridimensiona 3D Selezionato 237
Aggancia 238

Menu 238
Cambia oggetto 242
Usare rettangoli texture nella finestra 3D 243
Carica Oggetto *244*
Seleziona tutti gli Oggetti *245*
Ridimensiona Oggetti *245*
Elimina Oggetto *245*
Biblioteca dei Simboli *245*
Elimina Disegno *246*

CAPITOLO 4 PROGRAMMARE SEQUENZE **247**

GENERALE 247
Barra degli strumenti delle Sequenze 248
SEQUENZA 248
Veicolo/Conducente *248*
Accelerazione e Frenata /Accelerate 248
Tempo di ritardo dell'acceleratore o del freno 249
Tempo/Distanza 249
Frenata/Accelerazione 249
Sterzata 250
Circonferenza di Sterzata 251
Tempo di sterzata 251
Angolo di Sterzata 251
Cambiamento di corsia 251
Spostamento laterale 251
Massima Accelerazione laterale 251
Velocità di sterzata angolare 252
Aumento della Distanza laterale della sterzata 252
Direzione 252
Reazione 252
Urto 252
Punti *253*
Arresto 253
Zero 253
Sincronizzazione 253
Velocità Min/Max 253
Cambiamento Geometria 254
Sgancio del rimorchio 254
Attrito *255*
Attrito su superficie asciutta 255
Attrito su superficie bagnata 255
Cancella Tutto *256*
MODIFICA 256
OPZIONI 256
Calcoli Distanza/Tempo *257*
Evitabilità *257*
Copia Veicolo 258

CAPITOLO 5 MODELLO MULTIBODY **259**

UTILIZZO 260
Caricare un Multibody *260*
Salvare un Multibody *260*
Posizionare il Multibody *261*
Applicare una Velocità Iniziale del Multibody *261*
Cambiare le Proprietà del Multibody *262*
Corpi 262
Giunti 263
Molla/Ammortizzatore 264
Impostazioni 265
Proprietà del Sistema 266
Lunghezza, Larghezza, Altezza 266

Peso 266
Restituzione 266
Attrito terreno 266
Attrito veicoli 266
Contatto con Veicolo DXF 3D 266
Passeggero 267
Modifica Dati del Corpo 267
Passeggero 267
Contatti 268
Avviare la Simulazione *268*
VISUALIZZARE I RISULTATI DEL MULTIBODY 269
Visualizzare la Dinamica del Multibody con i Diagrammi *269*
Visualizzare il Movimento del Multibody in 3D *271*
Rendering dell'Animazione Multibody 271
Visualizzare il Movimento del Passeggero Multibody 273

CAPITOLO 6 MODELLO PASSEGGERO MADYMO **274**

UTILIZZO 279
Impulso di Accelerazione *279*
Geometria Sedile *280*
Rigidezza Sedile *281*
Passeggero *282*
Calcola *282*
Posizione Madymo® 283
Salva Risultati in 283
Tempo Massimo di Simulazione 283
Airbag 283
Cintura di Sicurezza 283
Cintura a tre punti 283
Cintura addominale 284
Urto Laterale 284
Contatti laterali 284
Pretensionatore 284
Calcola 284
VISUALIZZARE I RISULTATI MADYMO 286
Visualizzare Madymo con Diagrammi *286*
Valore di picco 290
Visualizzare Madymo in 3D *290*
Rendere la carrozzeria del veicolo trasparente 291
Visualizzare la carrozzeria del veicolo a segmenti 292
Spostare la carrozzeria di un veicolo DXF 292
Disattivare il veicolo nella Finestra 3D 293
Rendering dell'Animazione Madymo 294

INDICE ANALITICO **297**

CONTRATTO DI LICENZA - PC-CRASH

PRODOTTO A LICENZA SINGOLA – La presente licenza rappresenta un accordo legale tra l'utente finale e l'azienda di software, Dr. Steffan Datentechnik Ges.m.b.H.

APRENDO LA CONFEZIONE SIGILLATA, L'UTENTE ACCETTA I TERMINI E LE CONDIZIONI DI QUESTO CONTRATTO. SE L'UTENTE NON ACCETTA I TERMINI DEL CONTRATTO DEVE RIPORTARE LA CONFEZIONE DEL DISCO SIGILLATA E IL MATERIALE ANNESSO (compreso materiale scritto, raccoglitori e varie) AL RIVENDITORE PER OTTENERE UN RIMBORSO TOTALE.

1. ATTRIBUZIONE DELLA LICENZA - DSD concede all'utente il diritto di utilizzare una copia del programma PC-Crash allegato (il SOFTWARE) su un singolo terminale collegato ad un singolo computer. L'installazione su un server di rete allo scopo di distribuzione ad uno o più computer non costituisce "l'uso" legale ma richiede una licenza separata. Non è consentito l'utilizzo del software su una rete o su più di un computer alla volta.
2. COPYRIGHT - Il SOFTWARE è di proprietà di Dr. Steffan Datentechnik Ges.m.b.H. ed è protetto dalle leggi sul copyright, dalle disposizioni internazionali e da tutte le leggi nazionali applicabili. Non è consentito fare una copia del manuale del prodotto o materiale scritto di riferimento del SOFTWARE
3. ALTRE RESTRIZIONI - Non è consentito noleggiare o prestare il software. Non è consentita la reingegnerizzazione, né decompilare o disassemblare il software.
4. LIMITAZIONE DELLA RESPONSABILITA' – Nei limiti consentiti dalla legge, in nessun caso l'azienda Dr. Steffan Datentechnik o i suoi rappresentanti o fornitori saranno responsabili per alcun tipo di danni (compresi, senza limitazioni, danni causati dalla perdita di proventi, interruzione dell'attività, perdita di informazioni o altre perdite economiche) derivanti dall'uso o l'inabilità ad usare questo prodotto, anche nel caso in cui Dr. Steffan Datentechnik sia stata avvisata della possibilità di tali danni.
5. ATTENZIONE: le società affiliate (collettivamente 'Editore') non hanno alcuna rappresentazione o garanzia di nessun tipo rispetto ai contenuti e nello specifico limitano la propria responsabilità nei confronti di qualsiasi garanzia implicata o commerciabilità o idoneità per qualsiasi ragione particolare. L'Editore non sarà responsabile per errori contenuti nel software o per danni accidentali o consequenziali collegati alla fornitura, esecuzione o utilizzo di questo programma o dei suoi contenuti.

AVVERTENZE E LIMITAZIONI– DATABASE VEICOLO Specs

Il database veicolo "Specs" è stato sviluppato dal Dipartimento Trasporti del Canada ed è fornito con la autorità dello stesso su base gratuita per la convenienza degli utenti di PC-Crash. Il Dipartimento Trasporti del Canada rilascia le seguenti avvertenze e condizioni d'uso del Sistema di caratteristiche dei veicoli Canadese:

1. Non si garantisce un accuratezza del 100% sui dati del database. L'utente è responsabile dell'accuratezza di tutti i dati inseriti. È possibile trovare errori nelle dimensioni o nei pesi. Il Dipartimento Trasporti del Canada chiede cortesemente di essere informato in caso di errore per eseguire le necessarie correzioni.

2. Il Dipartimento Trasporti del Canada non ha una lista degli utenti del sistema, quindi, se è necessario ottenere le caratteristiche degli ultimi modelli, ogni anno va inoltrata una nuova richiesta (i nuovi modelli sono disponibili solitamente nel mese di Aprile). Tale richiesta costituisce una revisione completa del sistema dato che i programmi e/o i dati possono essere cambiati nel frattempo.
3. La versione del sistema fornita contiene programmi che eseguono soltanto ricerche all'interno del database. Il Dipartimento Trasporti del Canada richiede all'utente di non modificare i dati.
4. Il Dipartimento Trasporti del Canada fornisce questi dati e sistemi in forma gratuita e si considera dunque assolto da ogni richiesta di garantire i dati di fronte qualsiasi fonte di controllo.

Il database KBA si basa sui file dei costruttori e modelli del dipartimento dei trasporti Tedesco (Kraftfahrt-Bundesamt), Fördestraße 16, D-24944 Flensburg.

Capitolo 1
Installazione

Introduzione

PC-Crash è un potente programma per la simulazione di incidenti fra autoveicoli, che copre una vasta gamma di tipologie di incidenti. Il rapido sviluppo dell'hardware e del software negli ultimi anni ha permesso agli utenti di poter realizzare calcoli estremamente complessi con il proprio computer. PC-Crash è stato sviluppato come applicazione di Windows per facilità d'uso e compatibilità con altri programmi.

Pc-Crash utilizza diversi modelli di calcolo, tra i quali si richiamano un modello d'urto impulso-momento, un modello basato sulla rigidezza, un modello cinetico per effettuare simulazioni realistiche della traiettoria ed un semplice modello cinematico per lo studio delle relazioni tempo-distanza. Per fornire un'analisi più versatile, i risultati delle simulazioni con Pc-Crash possono essere visualizzati e stampati su planimetrie in scala con viste bidimensionali, tridimensionali e utilizzando varie tipologie di diagrammi e tabelle.

Il Pacchetto Software PC-CRASH

Il Pacchetto Software di PC-Crash contiene:

- Una lettera con le istruzioni per l'installazione;
- Il CD del programma contenente campioni ed animazioni, immagini dei veicoli di tipo DXF, e diversi database veicoli;
- Una chiave hardware con porta parallela o chiave USB;
- Il manuale tecnico ed operativo di PC-Crash

README.TXT

Si prega di leggere il file README.TXT, se contenuto nel CD di PC-Crash. Esso contiene informazioni non incluse in questo manuale.

Requisiti Hardware

PC-Crash richiede un computer con processore Pentium o superiore, con sistema operativo Microsoft Windows 98/ME, or Windows NT/2000/XP.

La memoria (RAM) minima raccomandata è di 128 megabyte (MB) o superiore nel caso in cui si desideri lavorare con file bitmap di grandi dimensioni. È necessario utilizzare una scheda video VGA con risoluzione minima di 1024 x 768 pixel e 32 bit color. Si raccomanda l'utilizzo di una scheda video fornita di accelerazione grafica DirectX.

Uso di Mouse e Stampanti

PC-Crash può essere usato solo col mouse e con altri dispositivi di puntamento.

Tutte le stampanti supportate da Microsoft Windows possono essere usate con PC-Crash. Per alcune particolari stampanti non tutte le potenzialità possono essere utilizzate (per es. una foto scansionata non può essere stampata da un plotter).

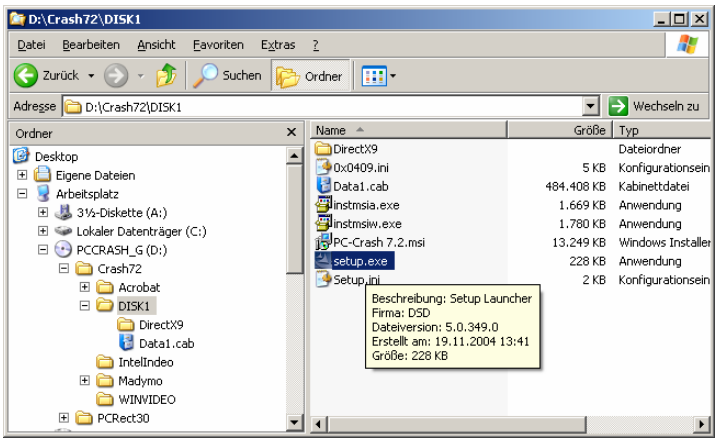
Per le impostazioni si prega di fare riferimento ai manuali delle relative stampanti

Installazione di PC-Crash

Prima di installare PC-Crash, si raccomanda all'utente di familiarizzare con Windows.

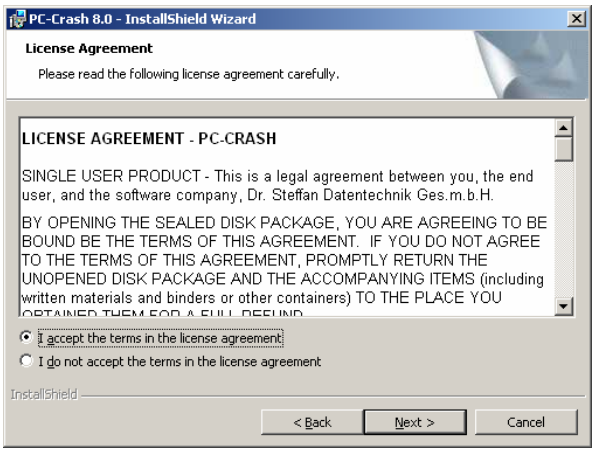
PC-Crash non può essere utilizzato direttamente da CD-rom, ma deve essere installato sul disco fisso, seguendo la procedura:

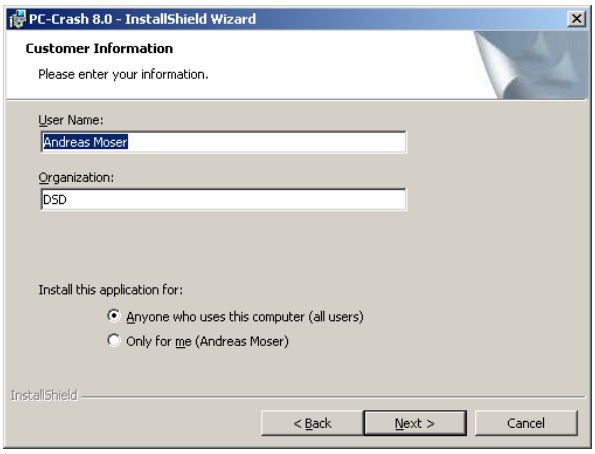
1. Inserire il CD di PC-Crash nel lettore CD-ROM.
2. Usare il comando Esegui del menu Avvio di Windows (oppure Gestione Risorse)
3. Selezionare **Setup.exe** dalla cartella **PC-Crash\Disk1** del CD.



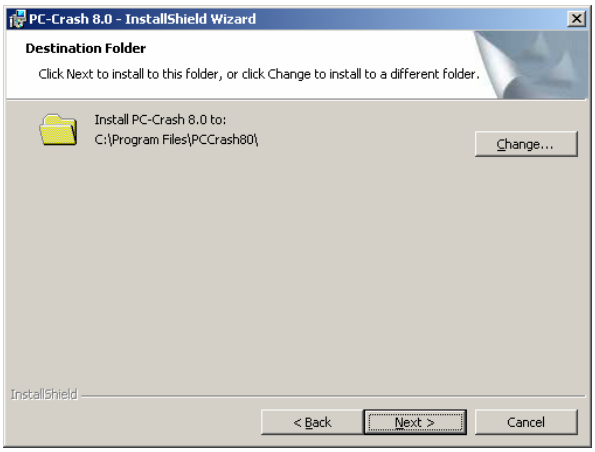
4. Seguire le istruzioni della procedura di installazione guidata.

PC-Crash 8.0 - InstallShield Wizard
Welcome to the InstallShield Wizard for PC-Crash 8.0
The InstallShield(R) Wizard will install PC-Crash 8.0 on your computer. To continue, click Next.
WARNING: This program is protected by copyright law and international treaties.
< Back
Next >
Cancel

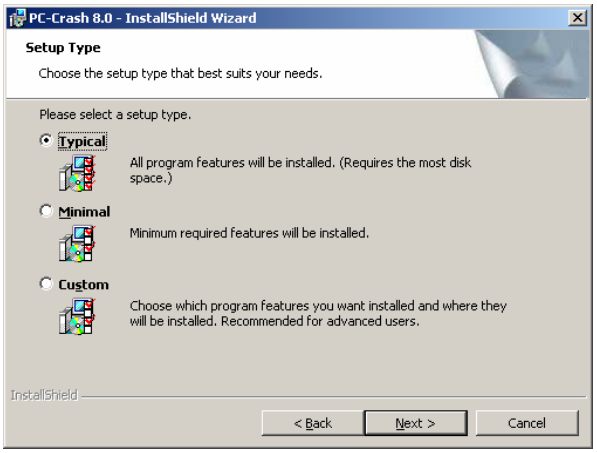

PC-Crash 8.0 - InstallShield Wizard
License Agreement
Please read the following license agreement carefully.
LICENSE AGREEMENT - PC-CRASH
SINGLE USER PRODUCT - This is a legal agreement between you, the end user, and the software company, Dr. Steffan Datentechnik Ges.m.b.H.
BY OPENING THE SEALED DISK PACKAGE, YOU ARE AGREEING TO BE BOUND BE THE TERMS OF THIS AGREEMENT. IF YOU DO NOT AGREE TO THE TERMS OF THIS AGREEMENT, PROMPTLY RETURN THE UNOPENED DISK PACKAGE AND THE ACCOMPANYING ITEMS (including written materials and binders or other containers) TO THE PLACE YOU
I accept the terms in the license agreement
I do not accept the terms in the license agreement
InstallShield
< Back
Next >
Cancel

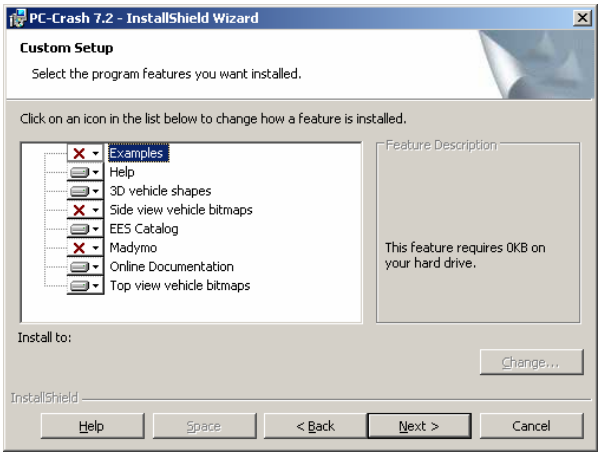


5. Tutti il file necessari verranno copiati automaticamente nella cartella **C:\Program files\PCCrash80**. L'utente può cambiare il nome di tale directory durante l'installazione (L'installazione potrebbe richiedere più tempo).

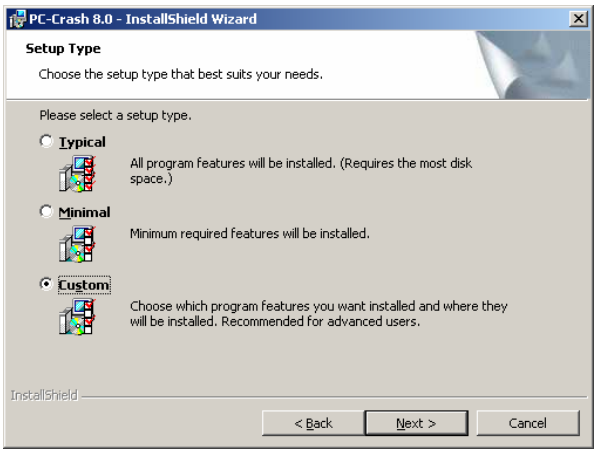

PC-Crash 8.0 - InstallShield Wizard
Destination Folder
Click Next to install to this folder, or click Change to install to a different folder.
Install PC-Crash 8.0 to:
C:\Program Files\PCCrash80\
Change...
InstallShield
< Back
Next >
Cancel

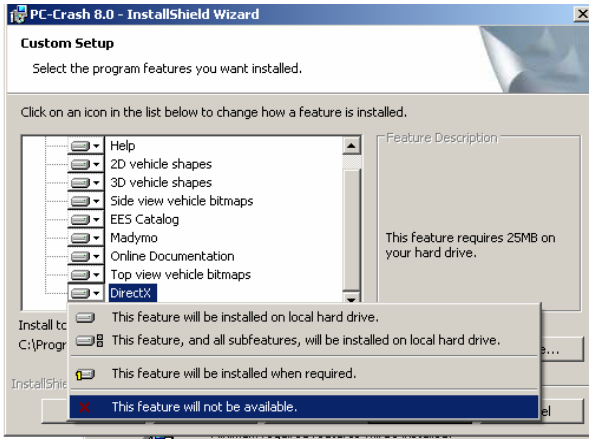
6. é possibile fare un installazione completa o scegliere i componenti che si desidera installare selezionando **Personalizzata**.

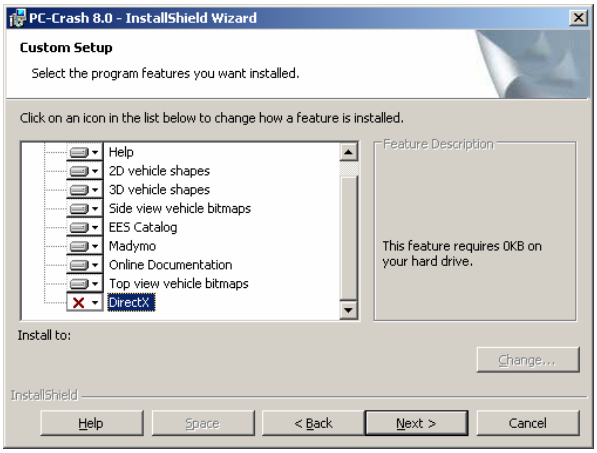

PC-Crash 8.0 - InstallShield Wizard
Setup Type
Choose the setup type that best suits your needs.
Please select a setup type.
Typical
All program features will be installed. (Requires the most disk space.)
Minimal
Minimum required features will be installed.
Custom
Choose which program features you want installed and where they will be installed. Recommended for advanced users.
InstallShield
< Back
Next >
Cancel



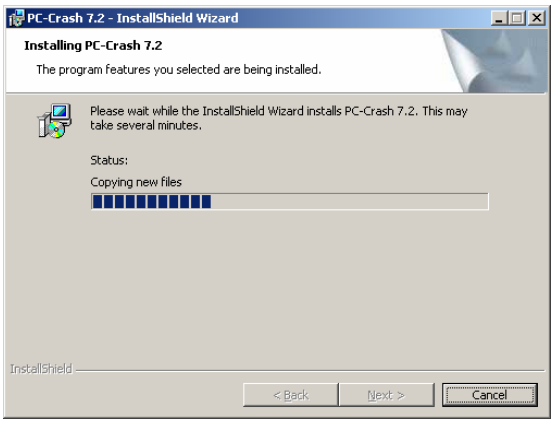
Vista: se si utilizza Windows Vista, selezionare l'installazione Personalizzata e disattivare DirectX.


PC-Crash 8.0 - InstallShield Wizard
Setup Type
Choose the setup type that best suits your needs.
Please select a setup type.
Typical
All program features will be installed. (Requires the most disk space.)
Minimal
Minimum required features will be installed.
Custom
Choose which program features you want installed and where they will be installed. Recommended for advanced users.
InstallShield
< Back
Next >
Cancel


PC-Crash 8.0 - InstallShield Wizard
Custom Setup
Select the program features you want installed.
Click on an icon in the list below to change how a feature is installed.
Help
2D vehicle shapes
3D vehicle shapes
Side view vehicle bitmaps
EES Catalog
Madymo
Online Documentation
Top view vehicle bitmaps
DirectX
Feature Description
This feature requires 25MB on your hard drive.
This feature will be installed on local hard drive.
This feature, and all subfeatures, will be installed on local hard drive.
This feature will be installed when required.
This feature will not be available.



7. Dopo aver selezionato i componenti avrà inizio la fase di copia.


PC-Crash 7.2 - InstallShield Wizard
Installing PC-Crash 7.2
The program features you selected are being installed.
Please wait while the InstallShield Wizard installs PC-Crash 7.2. This may take several minutes.
Status:
Copying new files
InstallShield
< Back
Next >
Cancel

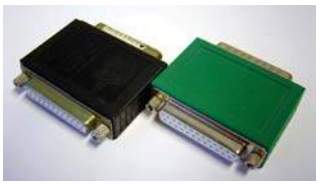
Se si commette un errore durante l'installazione, si può ritornare indietro per effettuare dei cambiamenti cliccando su "Indietro". Il pulsante "Annulla" serve per interrompere l'installazione in qualsiasi momento. Dopo aver completato l'installazione di Pc-Crash è possibile riparare eventuali errori o modificare il programma riavviando il setup dal CD-rom.

Licenza di PC-Crash

PC-Crash è protetto da copie abusive per mezzo della chiave hardware (chiamata anche "Dongle") e un file di licenza. Ci sono diversi tipi di chiavi distribuite da PC-Crash. Le nuove chiavi parallele e le chiavi USB sono particolarmente indicate per gli utenti che utilizzano un computer portatile e vengono installate automaticamente con il setup di Pc-Crash. Non è necessaria nessun'altra procedura, basta avviare il programma con la chiave inserita e il programma riconoscerà automaticamente la licenza.

Chiave USB

Chiave parallela nuova

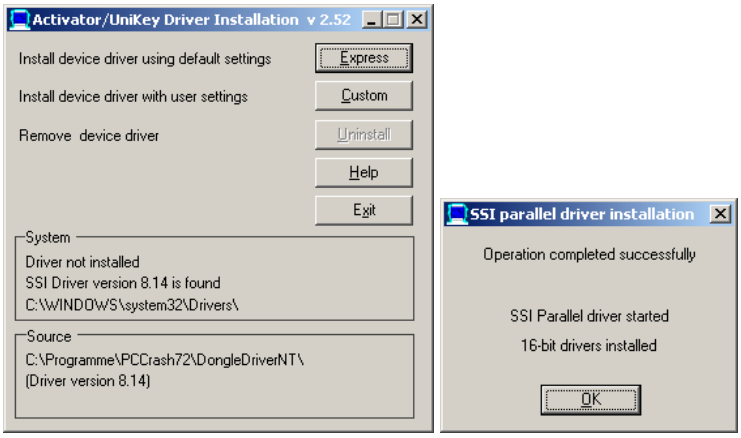


Chiave modello vecchio

Gli utenti che hanno il modello più vecchio di chiave (vedi figura) devono seguire la procedura seguente per attivare la licenza:

1. Avviare Windows NT Dongle Setup che si trova nel Menu di avvio di Windows.

2. Se, nella finestra che appare dopo aver cliccato, il bottone **Rapida** è disattivato, il driver della chiave è già stato installato ed è possibile chiudere la finestra ed avviare PC-Crash. Altrimenti bisogna cliccare sul bottone **Rapida**.



3. Il bottone **Rapida** deve essere disattivato e nella finestra deve apparire il seguente messaggio.

Versione Demo

PC-Crash può essere utilizzato come versione completa (con chiave hardware) o come versione dimostrativa. La versione con licenza diventa automaticamente dimostrativa quando la chiave hardware viene rimossa.

La versione dimostrativa consente il caricamento e l'esecuzione di file esistenti e la costruzione di nuovi progetti, ma impedisce l'esecuzione di nuove simulazioni. La barra del titolo indica quale versione di PC-Crash viene attualmente utilizzata. La versione demo contiene, nella barra del titolo, l'indicazione "Versione dimostrativa". Nella versione completa il nome dell'utente appare nella barra del titolo.

Dato che PC-Crash funziona solo in versione demo senza la chiave hardware, è consentito fare delle copie del programma per terzi.

L'avvio di PC-Crash in versione demo, può essere renso più rapido cancellando il file della licenza Strlib32.dll dalla cartella PCCrash80 o premendo ESC durante l'avvio.

Caratteristiche di PC-Crash

- Simulazione simultanea fino a 2 veicoli (PC-Crash 2D) o 32 veicoli (PC-Crash 3D)
- Interfaccia per database veicoli Specs (Nord Americano), ADAC, Vyskocil, DSD (Europea e Giapponese) e KBA (aggiornata a Ottobre 2005).
- Modello di calcolo cinetico 2D o 3D
- Modello di distribuzione delle forze di frenata anteriore/posteriore

- Indicazione della reazione del conducente, accelerazione, frenata, altri parametri, sotto forma di sequenze.
- Definizione della pendenza della strada e del coefficiente di attrito in aree poligonali specifiche.
- Modello d'urto Kudlich-Slibar, basato sulla conservazione del momento lineare ed angolare, urto "pieno" o "tangenziale"
- Calcolo dell'urto a ritroso
- Specificazione dell'elasticità dell'urto specificando la velocità di separazione o il coefficiente di restituzione
- Modello d'urto 2D o 3D, con numero illimitato di urti
- Calcolo automatico degli urti secondari
- Ottimizzatore della collisione, per la determinazione automatica delle velocità d'urto e altri sette parametri, basato sulla posizione di arresto e fino a cinque posizioni intermedie del veicolo
- Calcolo cinematico automatico dell'evitabilità dell'incidente.
- Simulazione automatica dell'evitabilità (diminuzione della velocità, aumento della frenata)
- Diagrammi per misurare la forza sulle ruote, etc.
- Determinazione cinematica e cinetica (in automatico) del percorso del veicolo
- Determinazione delle tracce degli pneumatici con un calcolo di slittamento cinematico per stabilire le condizioni post urto.
- Strumento di misurazione
- Stampa del tabulato dei valori di ingresso e uscita, inclusi tutti i parametri d'urto e di traiettoria. Conteggio dei caratteri
- Inserimento delle sagome dettagliate dei veicoli attraverso disegni DXF, con modifica della forma al momento dell'urto.
- Importazione nella simulazione di disegni per lo sfondo DXF e VRML
- Programma di disegno integrato per creare/modificare sfondi e profili di veicolo DXF
- Calcolo di ribaltamenti e rimbalzi
- Scelta tra due modelli di pneumatico (Lineare o TM-Easy)
- Calcolo dell'accelerazione in base alla potenza del motore ed alla resistenza dell'aria con un numero massimo di rapporti di trasmissione pari a 16; possibilità di rallentare se si percorrono strade in salita
- Calcolo degli effetti del vento, della resistenza dell'aria e della forza gravitazionale
- Conversione diretta tra diverse unità di misura (ad es. Km/h; mph, m/s, f/s)
- Conversione diretta tra diverse lingue
- Salvataggio automatico ad intervalli di tempo predefiniti dall'utente
- "Annulla" fino a 50 modifiche precedenti
- Guida interattiva
- Modello aggiornato per le sospensioni del veicolo ed il fine corsa
- Interfaccia per il software opzionale per il passeggero, Madymo®
- Algoritmo Monte Carlo di ottimizzazione dell'urto.
- Nuovo catalogo AZT EES di fotografie di danni a veicoli europei
- Posizionamento e sterzata della singola ruota danneggiata
- Caratteristiche aggiuntive del modello di sterzata per Percorso Cinetico
- Possibilità di definire fino a cinque assi per veicolo
- Libreria di simboli USA
- Caratteristiche aggiuntive nella barra di disegno
- Importazione di bitmap per sfondi multipli
- Modifica del Manuale con spiegazioni più dettagliate

- Miglioramento dei modelli per lo scambio di dati tra PC-CRASH e WinWord
- Procedura guidata per la simulazione cinematica
- Nuovo modello di simulazione per il Programma Elettronico di Stabilità (ESP)

Caratteristiche aggiuntive di PC-Crash 3D

- Simulazione e analisi di collisione con rimorchi (sterzanti, fissi e semi-rimorchi), con possibilità di rimorchi multipli. Possibilità di inserire il valore di spostamento del punto di aggancio del rimorchio.
- Collisioni multiple tra diversi veicoli
- Nuovi modelli di veicoli 3D ad alta risoluzione
- Vista 3D, con grafica 3D di veicoli e sfondi in formato DXF 2D o 3D e bitmap raddrizzati
- Possibilità di importare modelli di veicoli VRML e FCE
- Generazione di animazioni 3D compatibili con Windows Media Player, con posizione della videocamera fissa o mobile,
- Strumento per creare o importare sfondi 3D complessi, file creati con stazione totale o interni dei veicoli.
- Modello Multibody del pedone
- Modelli Multibody del passeggero, con o senza cintura di sicurezza, di motocicli e biciclette
- Simulazione con diversi oggetti Multibody, anche su superfici inclinate.
- Simulazione di un carico mobile
- Modello della cintura di sicurezza
- Modello di rimorchio autosterzante (basato sull'angolo di snodo)
- Modulo d'urto Crash 3 e interfaccia col database veicoli NHTSA
- Visualizzazione delle deformazioni Crash 3
- Finestra di vista laterale per analizzare l'interazione dei veicoli nei tamponamenti, con bitmap di immagini laterali di numerosi veicoli europei
- Modello di deformazione automatico per veicoli DXF 2D e 3D
- Vista dinamica dalla finestra 3D
- Grafica Direct X 3D per migliorare il rendering delle animazioni
- Nuovo modello di simulazione urto basato sulla rigidezza
- Nuovo database delle rigidezze basati si crash test reali da utilizzare nelle simulazioni col modello basato sulla rigidezza
- Miglioramento della simulazione del passeggero in PC-CRASH che comprende l'uso delle cinture di sicurezza e degli interni dell'abitacolo
- Nuovo modello d'urto basato sulle struttura a rete del veicolo per la rigidezza strutturale che consente il calcolo delle deformazioni in urti veicolo/veicolo e veicolo/oggetto stradale 3D
- Numeri di omologazione per la ricerca all'interno del database KBA
- Calcolo delle tracce degli pneumatici su fiancate dei veicoli
- Metodo di calcolo del limite all'interno dello strumento di Disegno
- Griglia di misurazione all'interno dello strumento di Disegno
- Calcolo dell'urto a ritroso con combinazione quantità di moto/momento angolare
- Miglioramento dell'analisi dell'urto a ritroso
- Possibilità di salvare i file dei progetti di PC-Crash scegliendo la versione (7.0, 7.1, 7.2, 7.3, Pocket Crash)
- "Aggiorna schermo" per le velocità al punto d'urto (PU)

- “Aggiorna schermo” per le aree di intersezione nel metodo di calcolo basato sulla quantità di moto (a ritroso), con diagramma della quantità di moto (scala 0.001:1 m per 1000 Ns)
- Miglioramento della finestra v-s-t (il punto di reazione, il tempo di reazione ed il tempo di ritardo sono regolabili)
- Rotazione delle videocamera secondo gli angoli di rollio e beccheggio
- Gestione del veicolo (copia, cancella, scambia)
- Il modello a Rete interagisce con veicoli X61/FCE
- Espansione dei veicoli FCE
- KBA 2006
- Calcolo EES per il modello Crash 3
- Versione 64 bit di PC-Crash
- Miglioramento del modello di simulazione Multibody (calcolo più rapido, nuovi tipi di snodi)

Capitolo 2
Utilizzare PC-Crash

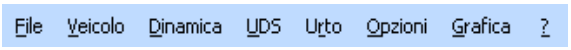
Il Capitolo 2 conduce l'utente attraverso le funzioni basilari di PC-Crash. Per ulteriori informazioni su particolari caratteristiche si rimanda ai capitoli seguenti.

Opzioni del menu

Dopo aver aperto il programma, si può osservare la barra del menu nella parte alta della schermata principale di PC-Crash.

Se aprite il programma per la prima volta, potete selezionare la lingua dell'interfaccia utente (per tutte le opzioni del menu e per i testi). La lingua si può selezionare anche in un secondo momento, selezionando **Opzioni – Opzioni…**.

Il menu è composto delle seguenti voci::



- **File** – Apri, Salva file, e Opzioni di stampa
- **Veicolo**– Apri, Salva e Modifica veicolo
- **Dinamica** – Specifica le condizioni iniziali, Sequenze, Dati sfondo
- **UDS** – Visualizza i dati registrati da dispositivo UDS
- **Urto** – Esegue le simulazioni d'urto
- **Opzioni** – Tabelle, Diagrammi, opzioni del programma, opzioni della schermata principale, selezione vista laterale e 3D
- **Grafica** – Operazioni sugli Sfondi bitmap e Disegno degli Sfondi
- **?** Guida in linea, Manuale Operativo e Indice

Le più importanti opzioni del menu possono essere selezionate attraverso i pulsanti posti sulla barra degli strumenti.

La barra può essere aperta o chiusa attivando l'opzione nel menu **Opzioni – Barra Strumenti** . Posizionate il puntatore su ogni pulsante per visualizzare una breve descrizione della funzione.

La barra principale contiene le seguenti funzioni:

Salva progetto con nome definito in precedenza

Apri/salva progetto

Apri/salva veicolo

Apri veicolo da database

Apri/salva disegno DXF

Apri/salva bitmap

Anteprima di stampa

Stampa

Annulla ultima azione

Ripristina azione annullata

Ingrandisci

Riduci

muovi area disegno

Ingrandisci/Riduci finestra

Muovi veicolo

Muovi bitmap

Muovi disegno DXF

Crea/Modifica disegno DXF

Scegli opzioni di visualizzazione

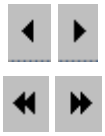
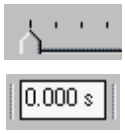
Posiziona la videocamera

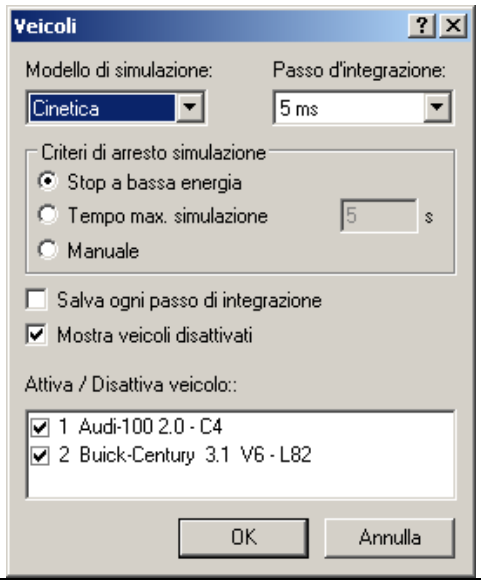
Strumento di misurazione

Guida

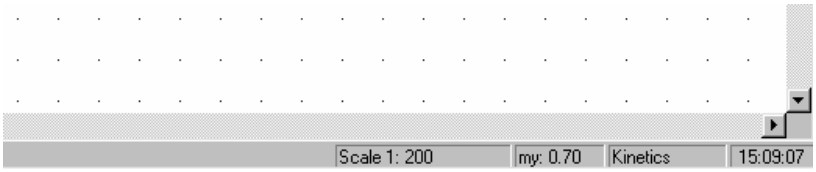
Si possono inoltre selezionare le opzioni di menu più utilizzate cliccando il tasto destro del mouse sulla schermata principale.

Le opzioni di simulazione si scelgono tramite i pulsanti della barra di simulazione. Questa può essere aperta o chiusa attivando l'opzione del menu **Opzioni – Barra Strumenti** o premendo i tasti SHIFT F9.

	In questa finestra di imput si può vedere e cambiare l'intervallo fra le successive visualizzazioni dei veicoli. Questo valore non influenza il tempo di integrazione del calcolo, che è predefinito a 5ms.
	Il pulsante *Nuova Simulazione* riporta i veicoli alla posizione di partenza e <u>cancella la precedente simulazione.</u>
	Cliccando sul pulsante *Simulazione Avanti* o *Simulazione Indietro* si avvia la simulazione in avanti o indietro. Questi pulsanti dovrebbero essere utilizzati soltanto quando si esegue una nuova simulazione. avanti/indietro di un passo. Simulazione continua avanti e indietro. Premendo il pulsante destro del mouse o ESC si interrompe la simulazione.
	Muove i veicoli nella posizione iniziale o finale.
	Blocca la simulazione della fase pre-urto: tempo <0.
	Blocca la simulazione post urto: tempo >0.
	La barra di scorrimento è utilizzata per fare compiere ai veicoli i movimenti già calcolati. Si può anche inserire un tempo specifico nella casella ed i veicoli verranno disposti nella pooisizione calcolata all'istante specificato.

	Il pulsante Modello Simulazione permette di selezionare il tipo di simulazione (cinetico o cinematico), il tempo di integrazione (predefinito = 5ms), i criteri di arresto della simulazione ed i veicoli che devono comparire nella simulazione. 
	Lo strumento 'Nuova posizione di partenza' consnete di fare partire la simulazione da un punto differente. Se si sceglie *No* nella finestra che appare di seguito, la posizione corrente dei veicoli diventa la nuova posizione di partenza.

La barra di stato alla base dello schermo mostra informazioni utili per l'utente, e si può aprire o chiudere attivando l'opzione **Opzioni – Barra di stato.** . Facendo doppio click su un punto particolare della barra di stato è possibile cambiare i valori mostrati.

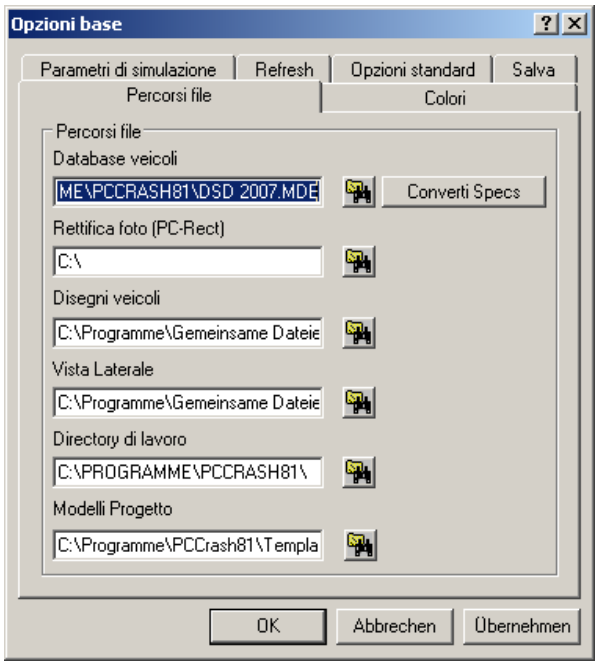


Tasti di scelta rapida

Alcuni tasti e/o combinazioni consentono di accedere rapidamente alle scelte del menu:

CTRL P	Stampa
F1	Aiuto
F2	Diagrammi
F3	Zoom Precedente
F4	Valori
F5	Aggiorna schermo
F6	Sequenze
F7	Posizione e Velocità
F8	Simulazione dell'urto
F9	Finestra 3D
F10	Calcolo cinematico
SHIFT F6	Mostra UDS
SHIFT F9	Barra di simulazione
SHIFT F12	Copia schermo

Impostazioni predefinite

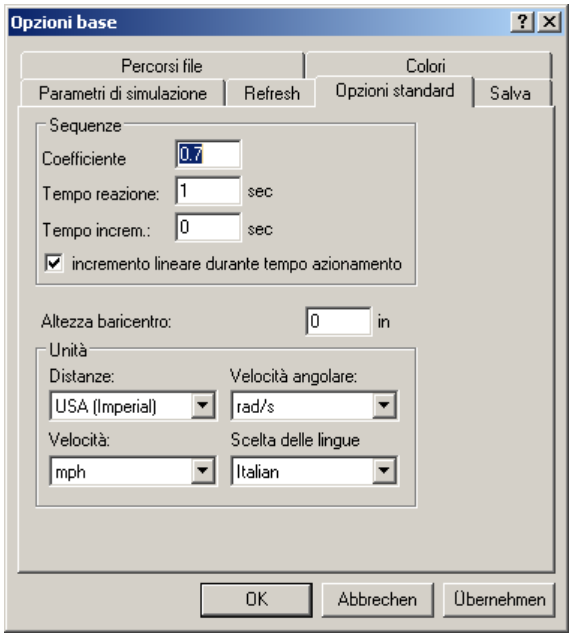


Tutte le directory predefinite di PC Crash, i colori, i parametri di simulazione e le impostazioni si possono cambiare nel menu **Opzioni – Opzioni**. La prima finestra che appare è quella delle Cartelle, in cui è possibile stabilire il percorso di salvataggio o di ricerca dei diversi tipi di file.

Unità di misura

In PC-Crash si possono usare sia le unità di misura metriche che quelle anglosassoni. Le metriche sono le predefinite (distanza in metri, velocità in

km/h). Per passare alle unità anglosassoni (che vengono usate negli esempi di questo capitolo), selezionate l'opzione **Opzioni – Opzioni – Impostazioni predefinite**. Cliccate sul campo "Distanza" per scegliere tra misurazioni a base metrica (veicoli e dimensioni dello sfondo in metri) e misurazioni anglosassoni (dimensione dei veicoli in pollici, dimensioni dello sfondo in piedi). Cliccando sul campo Velocità potrete scegliere tra km/h, mph (miglia orarie) , m/s (metri/secondo) o ft/s (piedi/secondo).



Cliccare su OK per salvare le modifiche e chiudere la finestra di dialogo. (Il pulsante Applica esegue i cambiamenti senza chiudere la finestra di dialogo).

Nuovo progetto

Dopo aver avviato PC-Crash è possibile cominciare un nuovo progetto. La lista che segue contiene le operazioni basilari da eseguire per completare un progetto. Sebbene sia possibile anche eseguirle nell'ordine preferito dall'utente, si raccomanda di eseguirle nell'ordine in cui sono elencate. Le prime sei azioni posso essere eseguite anche utilizzando la versione demo di PC-Crash. Informazioni più dettagliate sull'esecuzione delle azioni saranno fornite nel corso di questo capitolo ed in quello successivo.

1. Per caricare un veicolo dal database o da un file, utilizzare rispettivamente le seguenti opzioni del menu: **Veicolo – Database Veicoli** oppure **File – Importa – Veicolo Personalizzato** .
2. Per qualsiasi cambiamento della geometria del veicolo o di altri parametri, utilizzare **Veicolo – Impostazioni Veicolo**.
3. Scegliere il nome per il progetto e salvare usando **File – Salva** . Si raccomanda di utilizzare il pulsante salva ad intervalli regolari in fase di lavoro, anche se il programma fornisce la funzione di salvataggio automatico.

4. Inserire informazioni sullo sfondo, caricando o creando un disegno 2D / 3D DXF o aprendo un disegno scansionato, una fotografia aerea o rettificata e selezionare le proprietà di attrito dello sfondo.
5. Collocare veicoli nella posizione iniziale utilizzare il mouse dopo aver selezionato lo strumento in **Dinamica – Muovi/Ruota Veicolo** o inserendo le coordinate X e Y del suo baricentro in **Dinamica – Posizione e Velocità**.
6. Definire per ogni veicolo le sequenze di frenata, sterzata ed accelerazione, ed altre funzioni che riguardano il movimento del veicolo, come il tempo di reazione del conducente, cliccando su **Dinamica - Sequenze**.
7. Per effettuare un'analisi dell'urto e della traiettoria post urto, utilizzare **Urto – Simulazione Urto** e gli strumenti di Simulazione in Avanti . Se si desidera utilizzare l'Ottimizzatore di Collisione (per le velocità d'urto e per altri parametri), si devono specificare preliminarmente le posizioni di arresto dei veicoli e/o le posizioni intermedie usando **Urto – Posizioni di arresto** o **Urto – Posizioni intermedie**.
8. Dopo aver definito le fasi d'urto e di post urto, si può prendere in esame il movimento pre-urto utilizzando gli strumenti di Simulazione all'indietro . Le simulazioni a ritroso hanno dei limiti che verranno analizzati successivamente.
9. E' possibile visualizzare, stampare o scaricare diagrammi in scala della schermata principale, file di testo con un resoconto dei parametri immessi e dei risultati ottenuti, tabelle e diagrammi.
10. E' possibile creare animazioni della simulazione riprese da una videocamera fissa o mobile (solo con PC-Crash 3D).

Se si desidera iniziare un nuovo progetto dopo averne iniziato un altro, tutti i dati precedenti possono essere cancellati o salvati scegliendo l'opzione **File – Nuovo**. Se i dati già inseriti non sono stati salvati, il programma vi chiederà se salvarli.

Se si seleziona "Sì" e il progetto in corso non era stato salvato in precedenza, l'utente dovrà inserire un nome per il file.

Procedura guidata

La procedura guidata consente di impostare rapidamente un nuovo progetto, guidando l'utente attraverso tutte le fasi necessarie. Per aprire la Procedura Guidata cliccare **File – Procedura Guidata**. Dopo aver scelto un modello di progetto, sulla base dell'incidente che si vuole simulare, appare la seguente

finestra di dialogo. Dopo aver completato ogni inserimento, premere su Successivo per passare alla finestra seguente fino a completare il progetto

Apri o Salva Progetto

Per aprire un progetto già salvato, utilizzate l'opzione del menu **File – Apri** .

In fase di lavoro, si consiglia di salvare ad intervalli regolari utilizzando **File** – **Salva** . Se il nome del file è stato già scelto in precedenza il progetto verrà salvato automaticamente con lo stesso nome. Se il progetto non è stato ancora salvato, l'utente dovrà digitare il nome nel campo apposito nella finestra di dialogo. Dopo aver salvato il progetto, il nome apparirà sulla barra del titolo. È possibile aprire una simulazione in qualsiasi momento usando **File** – **Apri** .

File – **Salva con nome** si utilizza per salvare il progetto aperto con un nome diverso. Solitamente questo procedimento si utilizza per avere diverse versioni di un progetto per lo stesso incidente.

Salva Automaticamente

PC-Crash ha la funzione di salvataggio automatico ad intervalli compresi fra 1 e 10 minuti, LA funzione si attiva attraverso il menu **Opzioni - Opzioni - Salva**.

La funzione di salvataggio automatico salva sul file recover.pro, di conseguenza non sostituisce il file su cui l'utente sta lavorando. In caso di crash del sistema o del software, al riavvio PC-Crash chiede se l'utente desidera recuperare l'ultima sessione di lavoro. Se desiderate recuperare il lavoro, rispondete positivamente e poi utilizzate **File – Salva con nome** per salvare il file Recover.pro con il nome desiderato

Schermata principale

Impostazioni di visualizzazione

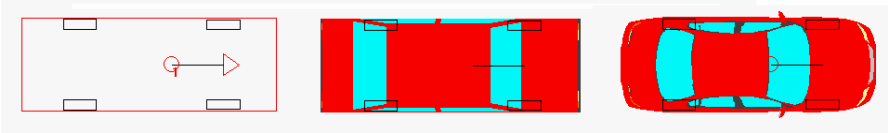
È possibile cambiare la configurazione delle impostazioni di visualizzazione di PC-Crash dal menu **Opzioni** – **Opzioni** – **Impostazioni di Visualizzazione** .

Cliccando sull'apposita casella è possibile attivare la visualizzazione del veicolo (Ultima posizione o ultimo tratto) le traiettorie delle ruote (traiettoria completa o soltanto delle tracce visibili), la traiettoria del baricentro, la posizione all'inizio delle sequenze, urti, triangoli delle velocità, etc. Con un click si attiva l'opzione e con un secondo click si disattiva.

Forma del veicolo

In una simulazione è possibile mostrare i veicoli in forma semplice o utilizzando una sagoma dettagliata. La forma predefinita è quella Semplice nella quale il corpo del veicolo è rappresentato da un rettangolo. Nella sagoma dettagliata si vedono i finestrini, il parabrezza ed i paraurti. Ciò determina un leggero aumento del tempo di aggiornamento delle immagini a causa della presenza di più linee nel disegno. Per selezionare questa opzione è necessario attivare Sagoma dettagliata in **Opzioni – Opzioni – Impostazione visualizzazione** . Le impostazioni della forma del veicolo possono essere modificate cliccando su **Veicolo – Impostazioni Veicolo – Geometria Veicolo (Tipo)** e (nel caso delle autovetture) **– Forma Veicolo**.

PC-Crash consente inoltre all'utente di visualizzare i veicoli con forme realistiche, anche tridimensionali, utilizzando disegni in formato DXF o bitmap. Queste forme possono essere caricate utilizzando l'opzione **Veicolo - Veicolo DXF**.



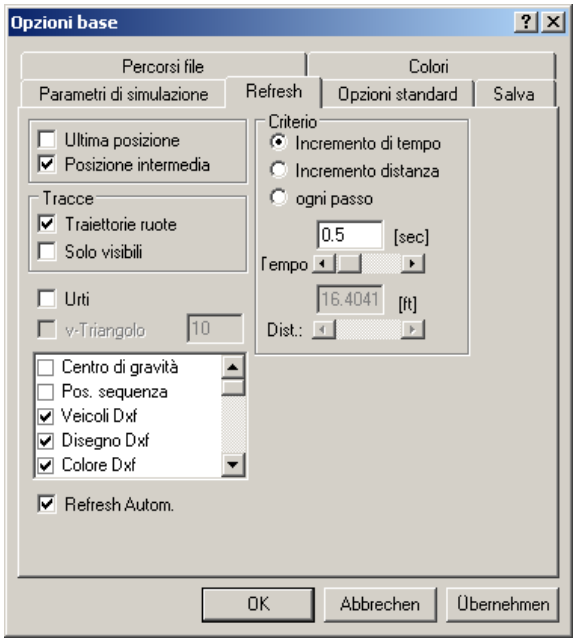
Semplice **Dettagliata** **DXF**

Se si effettua la simulazione con forme dei veicoli DXF i tempi di aggiornamento dello schermo possono allungarsi. Per questo è possibile disattivare temporaneamente la visualizzazione deselezionando Veicolo DXF in **Opzioni – Opzioni – Impostazioni di Visualizzazione** .

Ultimo tratto

Se si seleziona Ultimo Tratto in **Impostazioni di visualizzazione** sullo schermo è mostrata la posizione dei veicoli a intervalli di tempo (o incrementi di distanza) regolari. Può essere scelta l'opzione desiderata.

Se si seleziona Ogni Passo vengono visualizzate le posizioni assunte dai veicoli ogni 15ms, si sconsiglia l'utilizzo di questa opzione a meno che Veicolo DXF e Sagoma Dettagliata siano entrambe disattivate.



Per salvare i parametri impostati nella finestra di Impostazioni di Visualizzazione premere sul pulsante OK.

Aggiornamento dello schermo

È possibile aggiornare lo schermo in qualsiasi momento della sessione di PC-Crash selezionando **Visualizza - Aggiorna** o premendo il tasto F5.

Si può anche selezionare l'aggiornamento automatico dello schermo (dopo la maggior parte delle azioni) attivando Aggiorna Automaticamente in **Impostazioni di Visualizzazione**.

Se è attivato Aggiorna Automaticamente, sarà aggiornata automaticamente anche la finestra di Visualizzazione 3D (**Opzioni – Finestra 3D**).

Caricare i veicoli

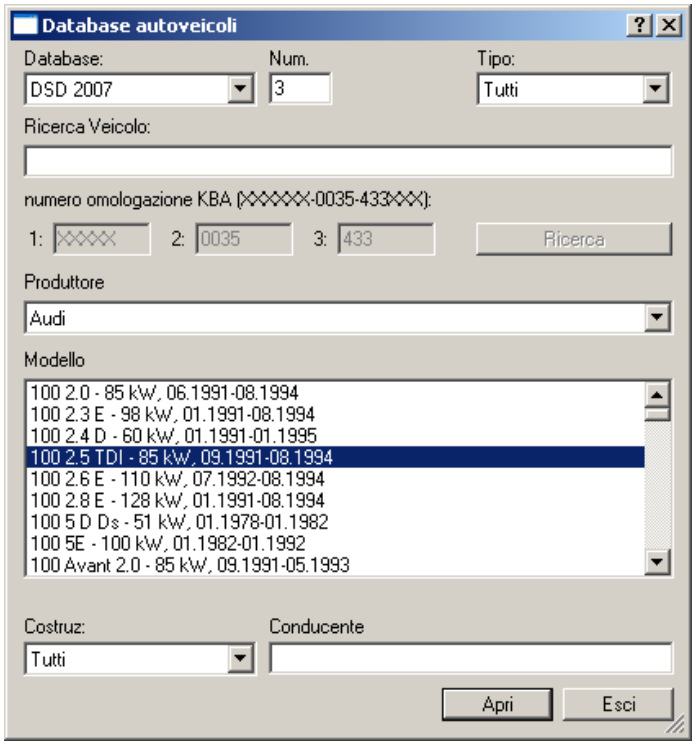
Il primo passo per fare la simulazione di un incidente è quello di selezionare i veicoli. PC-Crash fornisce diversi database di veicoli che comprendono la maggior parte delle autovetture e degli autocarri leggeri. Gli autocarri pesanti, i rimorchi, gli oggetti fissi, i pedoni, i veicoli a due ruote ed i passeggeri possono essere caricati come veicoli personalizzati. L'utente può anche creare veicoli non inclusi in PC-Crash modificando quelli esistenti.

Database Veicoli

Generale

Al primo avvio di PC-Crash, bisogna selezionare un database dei veicoli utilizzando il pulsante **Cambia** accanto alla finestra **Database Auto** in **Opzioni** – **Opzionig**; fatto questo, quando si seleziona **Veicolo - Database**

Veicoli appare il database scelto nella finestra di dialogo Database Veicoli.



In PC-Crash sono state inserite interfacce ai diversi database, come indicato di seguito:

- **DSD xxxx.mdb** - Database standard di DSD
- **KBA xxxx.mdb** – Database del dipartimento dei Trasporti Tedesco.
- **DSDJapan2000.mdb** –Database Giapponese standard di DSD.
- **ADAC95.dbf** – Database Europeo del 1995.
- **Spe****.dbf** - Database canadese Specs – **** indica l'anno di produzione. Include la maggior parte delle autovetture e autocarri leggeri commercializzati in Nord America.

Prima di caricare un veicolo è possibile inserire il nome del conducente nel campo Conducente.

La finestra di dialogo Database Veicoli contiene un campo in cui si può inserire il numero del veicolo. Questo numero serve per identificare il veicolo caricato. È fondamentale che i veicoli siano sempre caricati in sequenza (ad esempio non è possibile cambiare il numero del Veicolo 1 assegnandogli il numero 2 prima di averlo caricato). Tuttavia è possibile utilizzare il numero di un veicolo già inserito per caricare un nuovo veicolo. In questo modo il nuovo veicolo sostituisce il veicolo già inserito.

La finestra Database Veicoli contiene un campo con menu a tendina per la scelta del database veicoli e dell'anno e due barre di scorrimento per selezionare il produttore ed il modello del veicolo. Produttore e modello disponibili nel database sono elencati in ordine alfabetico.

Dopo aver scelto il database, selezionare la casa costruttrice nel riquadro a sinistra. Tutti i modelli dei veicoli disponibili sono elencati nel riquadro a destra. Apparirà poi una seconda finestra che elenca tutte le informazioni disponibili per i veicoli scelti.

Premendo il pulsante “Apri”, verrà caricato il veicolo che sarà immediatamente disponibile per la simulazione. Con il pulsante “Chiudi” si chiudono entrambe le finestre, ma rimane memorizzato il veicolo scelto per la simulazione. Dopo la chiusura della finestra di dialogo, apparirà il Veicolo 1 caricato al centro dello schermo con il centro di gravità collocato nel punto di coordinate (0, 0) mentre i successivi veicoli saranno visualizzati a 4m a destra del primo veicolo.

DSD

Il database DSD viene salvato automaticamente nella stessa cartella dei file di PC-Crash. Questo database consente all’utente di effettuare una ricerca basata su criteri aggiuntivi:

Specificando l’anno di produzione nella lista verranno visualizzati soltanto i veicoli prodotti nella data specificata (l’anno di produzione va inserito tra “Costruito da/a”.

Inserendo la casa costruttrice del veicolo nel campo Ricerca Veicolo nel campo sottostante apparirà la casa costruttrice, senza bisogno di scorrere tutta la lista per trovarla.

Si può anche cercare un veicolo specifico: il testo nel campo Ricerca Veicolo deve iniziare con l’anno di produzione (YY o YYYY, ad es. 99 o 1999) o la casa costruttrice (che va comunque sempre inserita). Le digitazioni devono essere separate da uno spazio, ed il tasto TAB avvia la ricerca. La ricerca non fa distinzione tra maiuscole e minuscole.

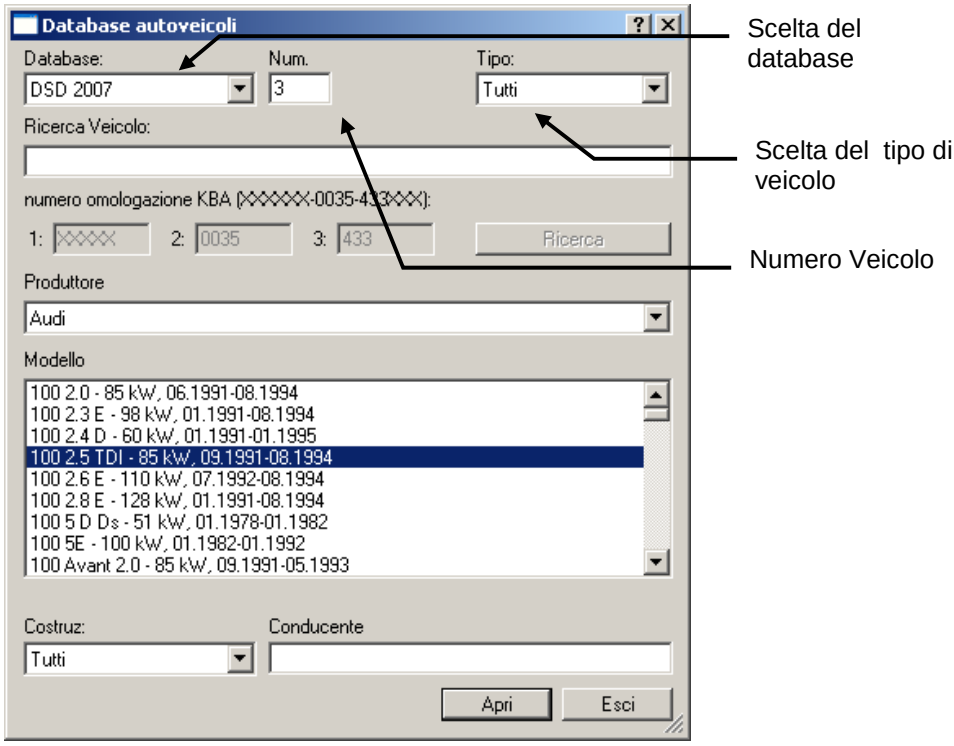
Ricerca: [(costruito YY o YYYY)] (costruttore) [(criterio di ricerca)]

e.g. 96 bmw 520; 1991 MERCEDES 190; peugeot 40 (sono inclusi tutti I veicoli con X40 kW e le serie 40X).

È anche possibile mostrare solo i veicoli di un certo tipo:

- Autovetture
- Autocarri
- Rimorchi
- Autobus
- Motocicli

Dopo aver selezionato il tipo di veicolo la lista dei costruttori verrà aggiornata e conterrà soltanto quelli delle categorie scelte.



Il database DSD contiene anche altri parametri non presenti negli altri quali: un riferimento al database Ratschbacher di disegni di veicoli Europei 2D (acquistabile separatamente), i diagrammi della coppia motrice ed i rapporti del cambio.

Questi dati sono caricati automaticamente. I disegni dei veicoli corrispondenti sono caricati se viene specificato il percorso corretto per raggiungere la cartella del database Ratschbacher in **Opzioni – Opzioni – Cartelle – File Veicoli DXF**.

DSDJapan2000 e Vyskocil

Il database giapponese DSDJapan2000 e Vyskocil vengono automaticamente caricati nella stessa cartella dei file di PC-Crash. Il database Vyskocil costituisce una vecchia versione del database DSD, con meno caratteristiche ed include autocarri e ciclomotori. Il database DSDJapan2000 è per i veicoli giapponesi.

Specs

Il database nordamericano Specs si trova in una cartella diversa sul CD di PC-Crash e deve essere installato a parte dall'utente sul disco rigido. La cartella predefinita suggerita dal programma è nominata Specs, ma può essere cambiata a piacimento dell'utente. Il database Specs contiene le dimensioni ed il peso dei veicoli (autovetture e autocarri leggeri), senza dati sulla potenza e sulla trasmissione, né dati su motocicli e autocarri pesanti.

Per usare questo database in PC-Crash selezionate uno dei file nella cartella Specs denominata Spe****.dbf (con **** si intende l'anno) utilizzando **Opzioni – Opzioni – Cartelle – Database Auto**. L'unica differenza tra i file consiste nel fatto che l'anno prescelto sarà quello preimpostato nella finestra di dialogo "database veicoli". L'anno dei veicoli si può cambiare rapidamente

in **Veicolo – Database veicoli** . Ciò purché si selezioni il file desiderato nella cartella Specs quando la finestra di dialogo del veicolo è aperta.

Nota: *se si trasferiscono gli altri database nella cartella in cui è localizzato il database Specs (o viceversa), tutti questi database possono essere selezionati dalla finestra di dialogo "database veicoli" senza dover cambiare la cartella predefinita con l'opzione* ***Opzioni – Opzioni – Cartelle –Database Auto***

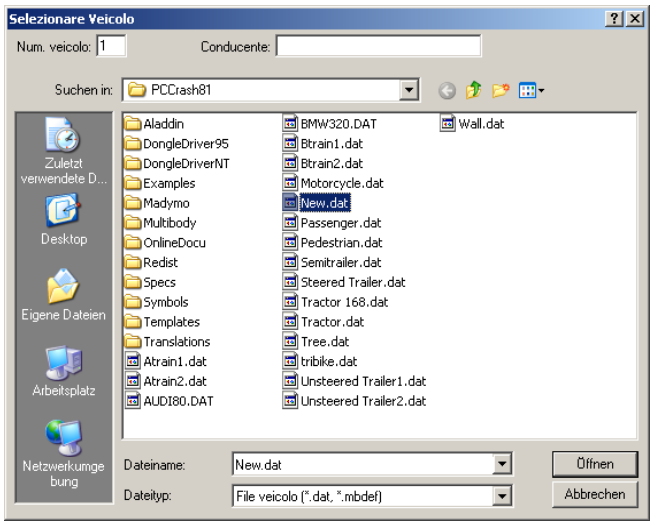
Esempio *Scegliere una BMW Cabrio 2.5 dal database DSD. Scegliere il veicolo nella finestra Database Veicoli selezionando prima l'anno (1996) dal menu a tendina, e poi il costruttore (BMW) dal campo a sinistra, e infine il modello (Cabrio 2.5) dal campo a destra, utilizzando il pulsante di Ricerca …. Apparirà un messaggio che informa che il centro di gravità non è stato definito e si suppone una distribuzione del peso 50/50. tale valore è corretto per alcuni veicoli del database.*

Per cambiare la distribuzione del peso, bisogna inserire il valore desiderato nella finestra Geometria del Veicolo a cui si può accedere dal menu ***Veicolo – Impostazioni Veicolo – Geometria****.*

Veicoli Personalizzati

Per inserire veicoli non inclusi nel database oppure oggetti come muri ed alberi è possibile caricare un veicolo personalizzato. Nella cartella PC-Crash sono disponibili alcuni veicoli personalizzati (*.dat), nonché pedoni multibody e motocicli (*.mbdef). Per aprire un veicolo personalizzato selezionare **File – Importa – Veicolo Personalizzato** .

Esempio*: Sostituire la BMW Cabrio 2.5 del 96 caricata dal database DSD come Veicolo 1 con il veicolo New.dat.*



Costruzione Veicolo

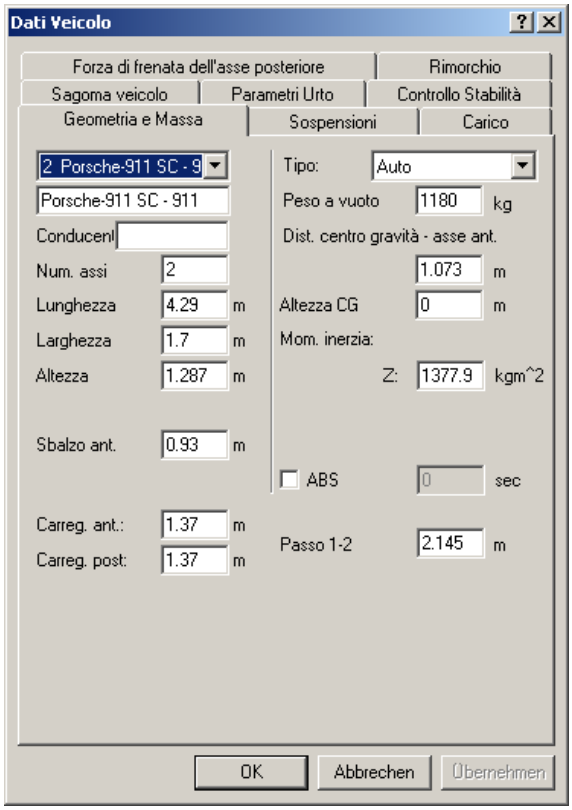
Se si vuole 'costruire' un nuovo veicolo (non presente nei database PC-Crash o nella lista dei veicoli personalizzati), è necessario selezionare **File – Importa – Veicolo personalizzato** e scegliere "Nuovo" (o qualsiasi altro veicolo) fuori della lista di veicoli già presenti.

Il passo successivo consiste nel determinare la geometria corretta e inserire i parametri di questo veicolo. Selezionare l'opzione **Veicolo – impostazioni veicolo – Geometria veicolo**. Assicurarsi che il numero di veicolo sia quello corretto e inserire i parametri necessari nei campi disponibili.

Esempio: *Caricare il veicolo New.dat come veicolo numero 2 e modificare i dati con quelli di una Porsche 911 SC, come indicato di seguito:*

Nome :	*Porsche 911 SC*
Lunghezza :	*4.29 m*
Profondità :	*1.65 m*
Altezza :	*1.32 m*
Interasse :	*2.27 m*
Sporgenza frontale:	*0.93 m*
Profondità solco:	*1.37 m*
Peso :	*1180 kg*
Dist. centro di gravità/asse frontale:	*1.32 m*
Altezza centro di gravità:	*0 m*

Nota: *Selezionare un'altezza C.G. pari a 0 comporta il calcolo della simulazione con un modello 2D.*



Il momento angolare di inerzia di imbardata (asse z) viene calcolato dal programma sulla base delle dimensioni e della massa del veicolo. Può essere inserito anche dall'utente nella casella di testo corrispondente (consultare la descrizione del menu: Geometria Veicolo nel prossimo capitolo).

Se viene selezionata un'altezza C.G pari a 0 (valore predefinito in PC-Crash), significa che la simulazione verrà calcolata con modelli di veicolo in 2D (pianio) che possono avere un movimento di imbardata ma non di rollio o beccheggio (su una superficie 2D). Se si seleziona un'altezza del C:G. positiva saranno calcolati automaticamente i valori dei momenti di inerzia rispetto agli assi x e z, ed anche il rollio e il beccheggio. I due modelli di calcolo sono identici, tranne per il fatto che non ci sono forze che causano rollio o beccheggio quando l'altezza del C.G è 0.

Nella finestra si può infine decidere se il veicolo deve avere l'ABS (sistema antibloccaggio freni). Se si seleziona ABS, apparirà una casella di supplementare nella quale inserire il tempo di ciclo dell'ABS. Un normale tempo di ciclo è compreso fra 0.07-0.10 secondi.

Per chiudere la finestra e confermare tutti i parametri inseriti, cliccare su "OK". Se si clicca sul bottone "Cancella", restano validi i valori inseriti precedentemente alle modifiche.

Impostazioni Veicolo

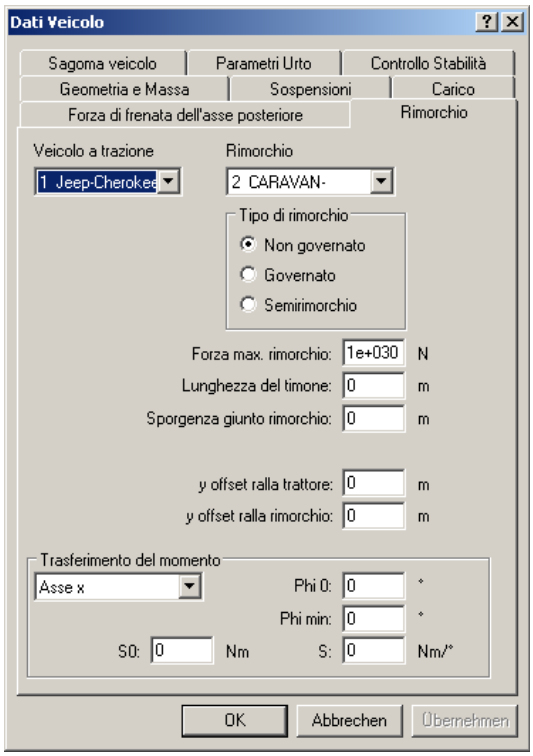
Per modificare la geometria del veicolo e degli altri parametri selezionare **Veicolo** – **Impostazioni Veicolo** dal menu. Questa finestra consente di modificare i seguenti campi:

- **Geometria Veicolo** – dimensioni, momenti d'inerzia, ABS. Le dimensioni e la massa sono solitamente le uniche informazioni inserite in automatico dal database dei veicoli e dalla lista dei veicoli personalizzati. Tutti gli altri dati contenuti in Veicolo – Impostazioni Veicolo sono calcolati dal programma e devono essere controllati dall'utente per verificare che si tratti di valori realistici.
- **Proprietà sospensioni** – Proprietà di elasticità e smorzamento, valori di contatto carrozzeria - terreno nel caso di ribaltamento.
- **Passeggeri e Carico** – Carico passeggero, bagaglio nel cofano e sul tetto.
- **Forza posteriore di frenata** – Impostazioni per la valvola ripartitrice di frenata posteriore per veicoli 3D.
- **Rimorchi** – opzioni di connessione rimorchi.
- **Forma Veicolo** – per modificare le dimensioni del corpo del veicolo quando non è utilizzata una forma 3D
- **Parametri d'urto** – Specifica i parametri predefiniti del veicolo per una simulazione d'urto automatica.
- **Controllo Stabilità** – Parametri per simulare i dispositivi di controllo della stabilità.

Rimorchi

Il modello rimorchio in PC-Crash calcola le forze di connessione veicolo-rimorchio necessarie per avere la stessa accelerazione del veicolo e del rimorchio nel punto di aggancio. È possibile simulare la stabilità della guida, l'ingombro della carreggiata in fase curvante, e gli urti, sia al rimorchio che al trattore.

I rimorchi possono essere inseriti come veicoli personalizzati (**File - Importa – Veicolo Personalizzato**) o utilizzando il database DSD. Dopo aver inserito il rimorchio se ne può controllare e modificare la geometria per avere i valori desiderati. Per specificare le modalità di aggancio si ricorre a, **Veicolo** – **Impostazioni Veicolo – Rimorchio**.

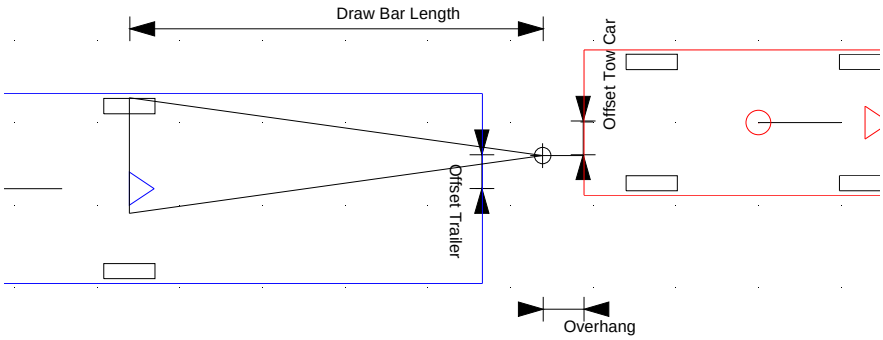


Il veicolo da collegare al rimorchio viene selezionato dall'elenco sotto la voce Veicolo. Il rimorchio corrispondente si può scegliere tra le opzioni elencate sotto Rimorchio. Per un secondo rimorchio sullo stesso mezzo trainante selezionare il primo rimorchio nell'elenco Veicolo e il secondo nell'elenco Rimorchio.

Per eliminare il rimorchio agganciato al veicolo, selezionare "nessuno" dall'elenco Rimorchio.

È necessario specificare la lunghezza del timone (la distanza tra l'aggancio e l'asse anteriore del rimorchio) e la sporgenza del gancio (distanza dal paraurti posteriore al gancio). In una simulazione tridimensionale (C.G. definito per veicolo e rimorchio) bisogna specificare anche l'altezza del gancio del rimorchio dalla strada. Altri parametri si possono selezionare per specificare la resistenza di torsione per il gancio del rimorchio lungo l'asse x, y e z.

Se il punto di aggancio non è al centro del veicolo o del rimorchio si possono inserire i valori di disassamento individualmente come mostrato nella figura seguente.



Premere su OK nella finestra del Rimorchio per attivare la connessione tra rimorchio e veicolo.

PC-Crash controlla automaticamente che la situazione iniziale del rimorchio e del trattore sia la stessa come posizione e velocità. In caso contrario tutti i parametri di movimento del rimorchio vengono ricalcolati.

Nota: *Per i veicoli con rimorchio, non sono possibili simulazioni a ritroso in PC-Crash. Si possono simulare collisioni tra un rimorchio ed un veicolo, tra il trattore ed un altro veicolo, tra il rimorchio ed il trreattore o tra due rimorchi. Non si può realizzare una simulazione cinematica per un rimorchio ed un mezzo trainante.*

Le condizioni di partenza per i rimorchi vengono determinate automaticamente dal programma, sulla base di quelle del trattore. Il metodo di calcolo basato su di una tolleranza numerica predefinita, può dare vita a simulazioni molto lunghe quando esistano, piccole differenze di posizione tra il veicolo ed il rimorchio nel punto di aggancio.

Queste differenze non influenzano la stabilità di guida ma, se la distanza supera i 10 cm, è necessario ricontrollare tutti i parametri e ripetere la simulazione.

Salvare un veicolo

I veicoli possono essere salvati come file individuali per essere utilizzati successivamente. Per far ciò, selezionare l'opzione **File - Esporta – Veicolo Personalizzato**.

Innanzitutto cambiate il numero del veicolo nella casella di testo n° veicolo.

Quindi digitare il nome del conducente nella casella di testo (opzionale) ed il nome del veicolo nel campo "Veicolo".

Cliccare quindi sul pulsante "Salva" ed il veicolo salvato apparirà, con il suo nome, nella libreria dei veicoli personalizzati.

Esempio*: Salva la Porsche usando il file 911.dat*

Cancellare o Sostituire un veicolo

Se sono stati caricati più veicoli in PC-Crash, l'ultimo veicolo salvato può essere cancellato in qualsiasi momento con **Veicolo – Cancella Ultimo Veicolo**.

***Esempio**: Cancella la Porsche.*

Soltanto il veicolo con il numero più alto può essere cancellato. Tuttavia, i veicoli con numeri più bassi possono essere sostituiti da altri veicoli utilizzando l'opzione **File - Importa** – **Veicolo personalizzato** o **Veicolo – Database Veicoli** . Prima di inserire un nuovo veicolo, si può cambiare il numero del veicolo con quello del veicolo da sostituire.

Inserire Profili di Veicoli 2D e 3D

È possibile inserire per il profili dei veicoli forme di disegno 2D e 3D e bitmap 2D, per avere un immagine più realistica sulla schermata principale e, nel caso di forme 3D, nella finestra 3D e nelle animazioni.

Per inserire un disegno 2D o 3D o un bitmap selezionare **Veicolo – Veicolo DXF – File – Sagoma 2D – Apri DXF** oppure**- Apri BMP**.

Inserire sfondi

Sfondo 2D

Per inserire sfondi 2D, eseguire le seguenti azioni:

- **Importare Disegno dello Sfondo** – si può inserire uno sfondo DXF usando **File – Importa – Disegno DXF** . PC-Crash presuppone che il disegno sia elaborato utilizzando il metro come unità di misura. Nel caso siano state utilizzate altre unità di misura nei disegni, è necessario regolare la scala, prima o dopo l'importazione, utilizzando lo strumento Scala nella Barra di Disegno.
- **Creare uno Sfondo** – Utilizzando gli strumenti Strada e Incrocio nella Barra di Disegno per costruire uno sfondo. Per disegnare le strisce pedonali utilizzare la linea semplice e modificarla con lo strumento ; per inserire la segnaletica orizzontale e verticale ed alte

forme utilizzare la biblioteca oggetti . Gli altri strumenti di Disegno permettono poi di ruotare e ridimensionare oggetti, inserire testi, etc.

- **Importare uno Sfondo da Immagine Bitmap** – Si può inserire un'immagine Bitmap selezionando **File – Importa – Bitmap** . L'immagine può essere scansionata, una fotografia aerea o una fotografia rettificata da Pc-Rect. Per le immagini che non vengono prese da PC-Rect direttamente, bisogna ristabilire la scala, con **Bitmap – Scala**.

Nota: *Alcuni sfondi DXF disegnati da terzi, possono avere originariamente coordinate con numeri molto elevati, ad esempio X, Y = 20 000, 20 000. In questi casi, il disegno non sarà visibile in PC-Crash a meno che si selezioni* ***Grafica – Ingrandisci Tutto.*** *In alcuni casi le coordinate sono così elevate che il disegno esce dall'area massima di visualizzazione del programma. Si consiglia in questi casi di avvicinare il disegno al punto 0, 0 con un programma di disegno prima di importarlo PC-Crash.*

Sfondo 3D

In PC-Crash si possono utilizzare Sfondi 3D. Perchè gli pneumatici del veicolo riconoscano i singoli poligoni della superficie 3D, lo sfondo deve esser importato o creato come Oggetto Stradale 3D con poligoni di superficie triangolari utilizzando **Dinamica – Definisci Pendenza Strada** .

Importare uno sfondo 3D

Per importare un disegno DXF 3D direttamente come Oggetto Stradale 3D si utilizza il pulsante Genera Oggetto Stradale 3D e successivamente

(cambiare "Tipo di file" con DXF). Il disegno 3D deve includere tutte le superfici necessarie, sotto forma di poligoni triangolari coi vettori normali rivolti verso l'alto.

Nota: *Se si importa uno sfondo 3D utilizzando* ***File – Importa – Disegno DXF*** *, i veicoli non riconosceranno le superfici 3D, tuttavia, spesso può essere utile importare due volte lo sfondo 3D: una volta come Oggetto Stradale 3D e una volta come disegno DXF 3D. Il disegno DXF può essere arricchito tracciando le corsie stradali, ed altri particolari, come gli alberi, che non sono però adatti per la conversione in Oggetto Stradale 3D. In questo caso è necessario disattivare i Poligoni di Attrito in* ***Impostazioni di Visualizzazione*** *, disattivando la visualizzazione (ma non l'effetto) dei poligoni si attrito e di pendenza. In questo caso sullo schermo e nella finestra 3D verrà visualizzato soltanto il disegno 3D con più particolari, ed i veicoli continueranno a seguire le superfici dell'Oggetto Stradale 3D.*

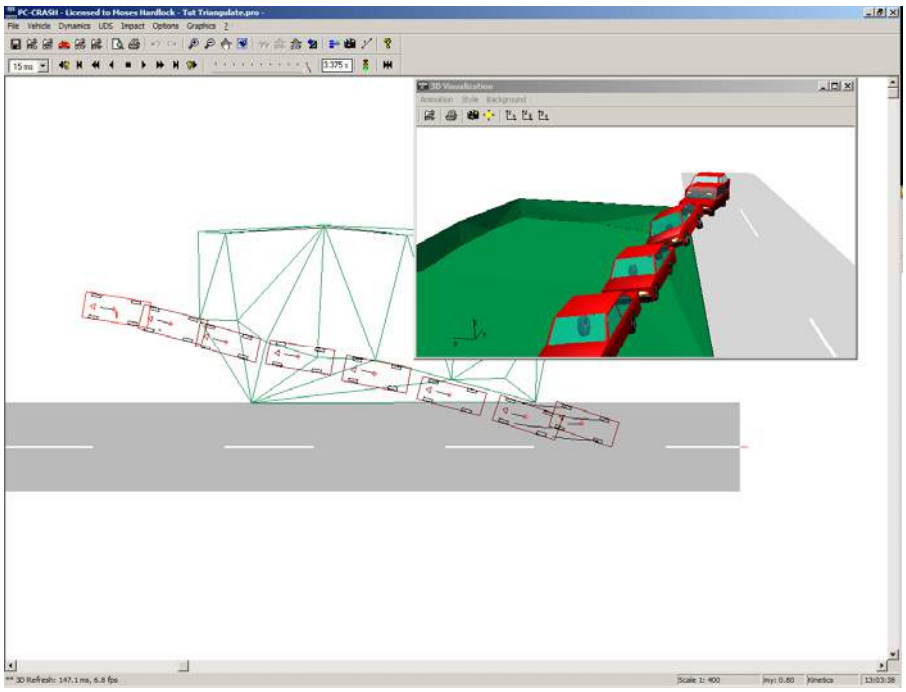
Importare DXF 3D da un rilievo

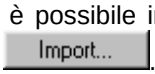
Per inserire un disegno DXF di punti rilevati nello spazio 3D, utilizzare **File – Importa – Disegno DXF** . Prima di questa operazione avviare un Nuovo Progetto, per evitare che ci siano veicoli od oggetti nel disegno 3D che verrà creato ed esportato

Aprire la Barra di Disegno e selezionare i punti necessari per definire le superfici 3D (consultare il prossimo capitolo per l'utilizzo dello strumento Disegno). Successivamente selezionare lo strumento **Triangola** , per creare automaticamente superfici triangolari 3D tra I punti selezionati.

Apparirà un messaggio che chiede se si desidera utilizzare l'area triangolare come poligono di pendenza.

Se si seleziona Sì l'area triangolare verrà utilizzata come poligono di pendenza e può essere impostato **Dinamica – Definisci Pendenza Strada**.



Se si seleziona No l'area triangolare viene considerata come un disegno DXF e una volta create tutte le superfici necessarie è possibile salvarlo con **File – Esporta – Disegno DXF**. Infine, è possibile importarlo nel progetto come Oggetto Stradale 3D usando - 

.

Creare uno Sfondo 3D

In PC-Crash possono essere creati sfondi 3D applicando la seguente procedura:

Poligoni di pendenza

Selezionando lo strumento in **Dinamica – Definisci Pendenza Strada**, si possono creare uno o più piani inclinati. Cliccare e trattenere il tasto sinistro del mouse per disegnare il primo punto e rilasciarlo al secondo

punto. Cliccare e rilasciare per definire i punti successivi. Dopo aver inserito tutti i punti del poligono cliccare con il tasto destro del mouse per chiudere l'ultimo lato del poligono. Apparirà una finestra in cui si può selezionare l'altezza e l'inclinazione del poligono stesso. Il primo punto del poligono di pendenza è indicato da un cerchio rosso sulla schermata principale ed è quello per cui si specifica l'altezza (Zref). Per aggiungere altri punti a un poligono di pendenza selezionarlo e ciccare con il tasto destro del mouse nella posizione desiderata. Apparirà un menu che consente di inserire o cancellare un punto nella zona scelta.

Se è necessario che diversi poligoni siano adiacenti l'uno all'altro senza spazi, è utile attivare lo strumento Aggancia prima di disegnarli. Aggancia e Spaziatura Aggancio possono essere modificati cliccando col tasto destro sul titolo della barra di disegno .

Oggetti stradali 3D

Si possono creare profili stradali complessi sfaccettati tridimensionali, con sponde inclinate o dossi, utilizzando lo strumento Genera Oggetto stradale 3D . Consultare il prossimo capitolo per una descrizione accurata di questo strumento.

Curve di livello

Gli sfondi 3D possono essere disegnati partendo da zero e definendo le curve di livello, con gli strumenti di disegno o nella barra di Disegno . Dopo aver disegnato le curve di livello l'altezza di ciascuna curva può essere modificata utilizzando lo strumento Modifica 3D Selezionato (tasto destro del mouse sulla barra di Disegno per aprire il menu). I singoli punti possono essere modificati utilizzando lo strumento Modifica Oggetto nella Barra di Disegno, che consente di cambiare le coordinate X, Y e Z di ciascun punto.

Una volta regolati i punti e le linee secondo i valori corretti, seguire la procedura spiegata nella sezione precedente:"Importare un DXF da rilievo" per dividere in triangoli e/o esportare il disegno e successivamente importarlo come Oggetto stradale 3D.

Poligoni di Attrito

PC-Crash consente di definire zone con attrito differenziato, disegnando aree poligonali con l'opzione **Dinamica - Definisci Poligoni di attrito** .

Il comando consente di definire un poligono di attrito. Cliccare e trattenere il tasto sinistro del mouse per disegnare il primo punto e rilasciarlo al secondo punto. Cliccare poi sui punti desiderati per definire i punti successivi. Dopo aver inserito tutti i punti del poligono cliccare con il tasto destro del mouse per chiudere l'ultimo lato del poligono. Apparirà quindi una finestra in cui si potrà assegnare all'area il coefficiente di attrito desiderato. Per aggiungere altri punti a un poligono di attrito selezionarlo e ciccare con il tasto destro del mouse sulla posizione desiderata. Apparirà un menu che consente di inserire o cancellare un punto nell'area scelta.

Nota: *Le aree di attrito e pendenza vengono gestite e calcolate nell'ordine in cui sono state create; ad esempio se due aree di attrito si sovrappongono, in fase di calcolo nell'area di sovrapposizione viene considerato il poligono che è stato definito per primo*

Definire le Condizioni Iniziali del Veicolo

Posizione e Velocità

La posizione iniziale e la velocità di ogni veicolo possono essere definite dal menu **Dinamica** – **Posizione e Velocità.**

Il menu a tendina nella parte superiore della finestra di dialogo **Posizione e Velocità** contiene una lista di tutti i veicoli caricati e si usa per scegliere il numero del veicolo su cui si operano i cambiamenti.

Esempio: *cambiare i parametri per il veicolo 1 nella finestra Posizione & Velocità: utilizzando il tasto TAB o il mouse, posizionare il puntatore sui campi liberi ed inserire le coordinate del centro di gravità. Specificare -2.5 per l'asse delle x e 0 per l'asse delle y nell'esempio dato. Inserire 50 Km/h come velocità di partenza nel campo corrispondente. Cliccare su OK per chiudere la finestra di dialogo.*

Lo strumento Carro Attrezzi

PC-Crash offre un altro metodo per posizionare i singoli veicoli. Selezionare l'opzione **Dinamica** – **Muovi/ruota veicolo** . Il puntatore del mouse si trasformerà in un carro attrezzi. I veicoli a questo punto si possono muovere cliccando sul loro centro di gravità (o ad un distanza massima dal centro di gravità di 1.5 metri); mantenendo premuto il pulsante sinistro, è possibile trascinare il veicolo. Per ruotarlo, cliccare sul profilo esterno del veicolo o vicino ad esso tra (tra 1.5 e 5 metri) dal centro di gravità

Esempio*: Muovere e Ruotare il Veicolo 1 sullo schermo usando* .

Disporre i veicoli su superfici 3D

Se si dispone il veicolo su una superficie stradale 3D o su un poligono di pendenza con lo strumento Carro attrezzi , la sua altezza, il beccheggio ed il rollio saranno calcolati automaticamente in funzione delle caratteristiche del poligono di pendenza su cui è posizionato. Prima di premere il pulsante Nuova Simulazione disporre anche le ruote nella posizione corretta sulla superficie.

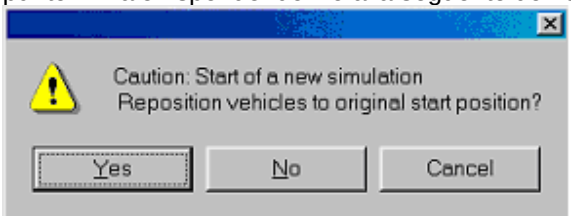
Nei casi in cui la ruote del veicolo siano disposte su poligoni diversi rispetto a quello del centro di gravità iniziale, occorre spostare il veicolo sulla superficie 3D in modo che il programmapossa calcolare le nuove poisizoni e le sospensioni e le ruote raggiungono una posizione stabile.

Per fare questo seguire le seguenti istruzioni:

1. Muovere il veicolo indietro rispetto al punto iniziale precedentemente stabilito con lo strumento Carro nattrezzi . Solitamente basta spostarlo di 3 metri.

2. Avviare la simulazione in avanti, con il pulsante alla velocità iniziale selezionata finché non raggiunge il punto iniziale desiderato. Controllare che il veicolo percorra una distanza sufficiente per raggiungere una condizione stabile tra pneumatico e terreno. Per verificare questo controllare che la curva della Forza normale dello pneumatico sia orizzontale per ciascuna delle ruote nella finestra Diagrammi.

3. Con il pulsante definire la posizione attuale del veicolo come il nuovo punto iniziale rispondendo No alla seguente domanda:

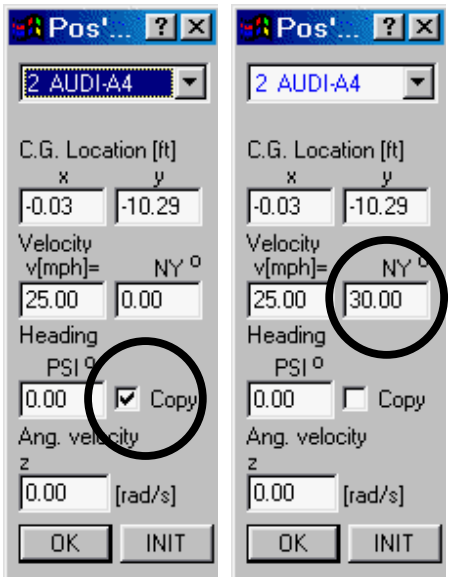


4. Nella finestra Posizione e Velocità, con tempo=0 controllare che la velocità sia esattamente al valore desiderato e cambiarla se necessario. Non cambiare nessun altro valore.

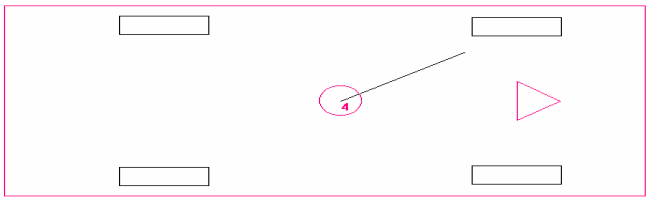
5. La simulazione adesso può essere avviata con i valori iniziali del veicolo corretti.

Imbardata Iniziale

Se nella finestra Posizione e Velocità ☑ Copia è attivato la direzione della velocità (NY°) sarà automaticamente collegata alla direzione (PSI°) del veicolo (cioè nessuna imbardata). Se si disattiva l'opzione la direzione del veicolo ed il vettore velocità potranno essere cambiati indipendentemente creando un angolo di imbardata iniziale.



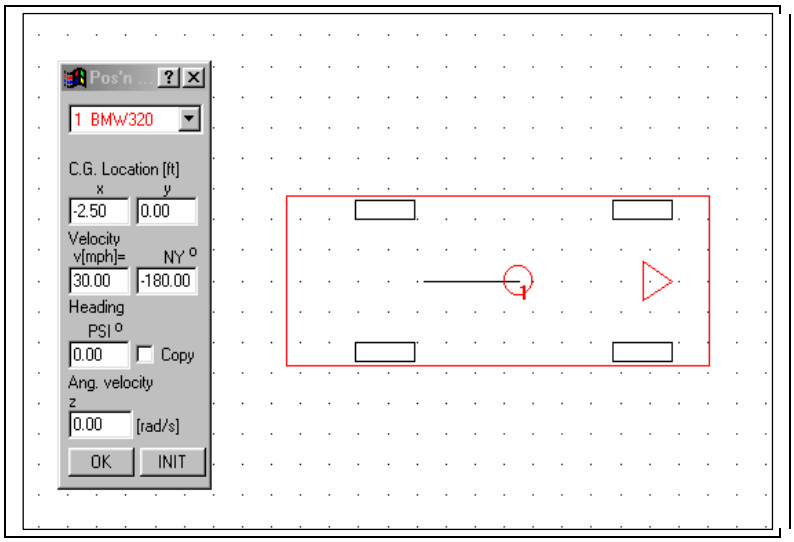
La linea che parte dal centro di gravità del veicolo indica la direzione del vettore velocità La direzione di questa linea cambia durante la simulazione per adeguarsi alla direzione effettiva della velocità in ogni istante.



Se rimane aperta la finestra Dinamica – Posizione e Velocità è possibile vedere i valori della posizione e della velocità in ogni istante.

Retromarcia

È semplice simulare la retromarcia con PC-Crash. Nella finestra Posizione e Velocità disattivare Copia e cambiare la direzione del vettore velocità (NY°) di 180°: In questo modo il vettore velocità indica la parte posteriore del veicolo.



Distanze e Scala

Misurare le distanze

Per misurare distanze sullo schermo selezionare **Opzioni** - **Misurazione** . Apparirà una finestra che mostra le distanze e gli angoli.

Spostare il puntatore nel punto da cui si desidera iniziare la misurazione cliccare e tenere premuto il tasto sinistro del mouse. Muovendo il mouse, appariranno i valori della distanza e dell'angolo nella finestra di Misurazione. Sullo schermo viene mostrata anche la linea di congiunzione. Rilasciando il tasto del mouse, i valori saranno memorizzati nella finestra fino a che si premerà nuovamente sul tasto sinistro. Si può chiudere questa finestra cliccando sul simbolo di chiusura (**X**) nella barra del titolo.

Griglia

Un altro modo di valutare le distanze è quello di usare l'opzione **Opzioni** – **Griglia.** Ciò vi permetterà di coprire lo schermo con una griglia di spaziatura omogenea.

La spaziatura predefinita della griglia è un metro, ma può essere modificata selezionando l'opzione **Grafica** - **Scala & Spaziatura Griglia**.

Scala

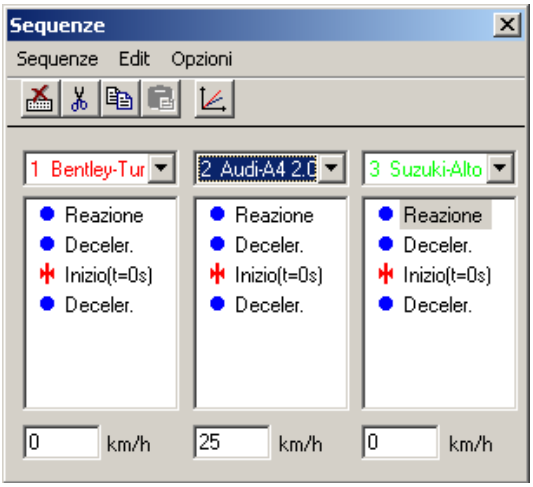
All'avvio di PC-Crash la scala predefinita è 1:200. La scala dello schermo e la scala della stampa possono essere cambiate nella finestra **Grafica - Scala & Spaziatura Griglia** con qualsiasi valore da 1:1 a 1:1.000.000. per aprire rapidamente la finestra fare doppio click sull'area della scale nella barra di stato in fondo allo schermo.

Si possono utilizzare anche i pulsanti della barra degli strumenti "Ingrandisci " o "Riduci" per cambiare la scala ad intervalli regolari.

Sequenze di Movimento (F6)

PC-Crash consente all'utente di imporre diverse sequenze di movimento per ciascun veicolo, come frenata, accelerazione, sterzata e reazione del conducente.

Selezionare **Dinamica - Sequenze** (F6) dal menu per aprire la finestra Sequenze: qui è possibile combinare diverse sequenze per realizzare le azioni del conducente sui veicoli.



Dopo aver caricato un veicolo vengono specificate per default quattro sequenze: **Reazione**, **Decelerazione**, **Inizio** ed un'ulteriore sequenza di **Decelerazione**.

Le sequenze che precedono quella di **Inizio** rappresentano normalmente la fase Pre-urto (prima del tempo = 0) e quelle che seguono la fase post-urto (dopo il tempo = 0). In questo modo, automaticamnete per ogni veicolo è impostata una reazione del conducente, un frenata pre-urto ed una frenata post-urto, come avviene nella maggior parte delle ricostruzioni.

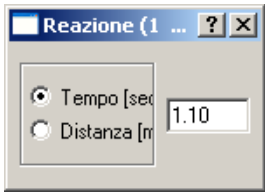
Per visualizzare e cambiare i dati di una sequenza ciccarci sopra due volte.

Per creare una nuova sequenza selezionare il menu “Sequenza” nella barra di “Sequenze”. La nuova sequenza viene automaticamente collocata dopo quella attiva (evidenziata). Assicurarsi che la nuova sequenza sia collocata nella colonna del veicolo giusto.

Per spostare le sequenze, selezionarne una con il pulsante sinistro del mouse e trasportarne il simbolo sulla sequenza che dovrà immediatamente precederla.

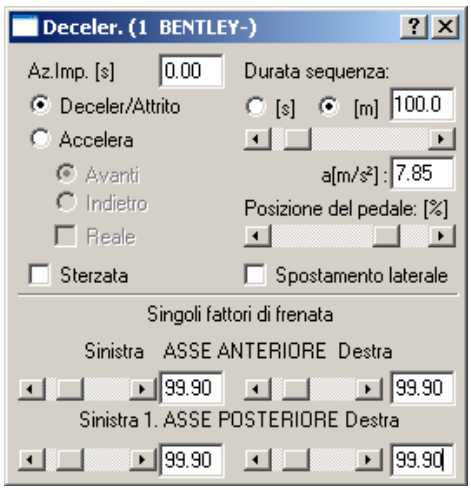
Esempio: *Creare una sequenza di reazione. Usare l’opzione* ***Sequenza - Veicolo/conducente - Reazione****.*

Per inserire il valore corretto del tempo di reazione, spostare il mouse sulla sequenza Reazione e cliccare due volte su di essa. Apparirà una finestra di dialogo chiamata Reazione, che ha l’opzione Tempo automaticamente attivata



Per modificare una decelerazione, cliccare due volte sulla sequenza decelerazione post-urto. Apparirà la finestra di dialogo Freni. Sulla sinistra della finestra è possibile decidere se la sequenza si riferisce ad una fase di frenata o di accelerazione.

Per il Veicolo 1 stabilite un intervallo di tempo di attivazione della frenata di 0.00 secondi e cambiate la posizione del pedale del freno su “frenata piena”. Lasciate la lunghezza della sequenza a 100 m, che è sufficiente per consentire al veicolo di fermarsi alla velocità selezionata di 50 km/h. Specificate la velocità o nella finestra di dialogo Sequenze o in quella Posizione e Velocità. Chiudendo la finestra di dialogo verranno memorizzati tutti i valori inseriti. Usando il pulsante Avanti *nella barra degli strumenti si avvia la simulazione ed il veicolo partirà a 50 km/h arrestandosi poi grazie alla frenata impostata.*



Nella versione ***Demo*** *questo processo viene bloccato se vengono effettuati dei cambiamenti. Tuttavia, è possibile verificarne il funzionamento caricando il file ESEMPIO1.PRO (che mostra un veicolo in fase di frenata piena con un*

coefficiente di attrito degli pneumatici sull'asfalto di 0.7 ed una decelerazione da 30 mph). Cliccare l'opzione ***File – Apri*** , *selezionare il progetto ESEMPIO1.PRO dalla sottocartella Esempi nella cartella di PC-Crash.*

Per ulteriori dettagli sulle Sequenze consultare il capitolo **Programmare Sequenze**.

Analisi dell'urto

Preparazione della Simulazione di un incidente

PC-Crash consente di inserire, in qualsiasi momento della simulazione, gli urti in modo da simulare l'intero incidente.

Per cominciare una nuova simulazione dopo aver lavorato in precedenza su di un'altra, selezionare l'opzione **File** - **Nuovo**.

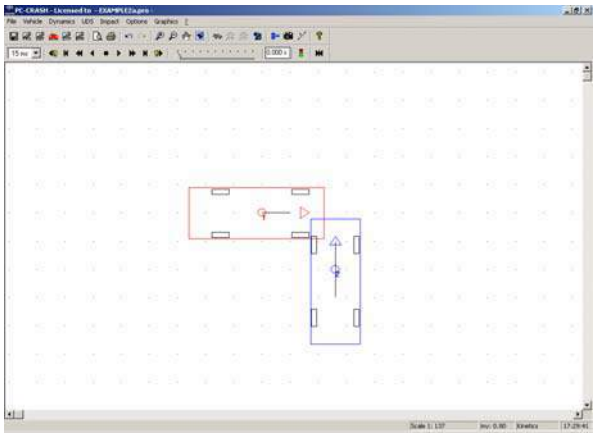
Il primo passo della simulazione consiste nell'inserire tutti i veicoli coinvolti nell'incidente. Come detto precedentemente, i veicoli possono essere caricati selezionando **File - Importa – Veicoli personalizzati** o **Veicolo –Database Veicoli** **.**

Dopo aver controllato ed eventualmente modificato le impostazioni del veicolo usando **Veicolo – Impostazioni Veicolo**, e dopo aver eventualmente inserito o creato uno sfondo, si collocano i veicoli nella posizione d'urto utilizzando lo strumento **Dinamica** - **Posizione & Velocità**, oppure **Dinamica** - **Muovi/Ruota Veicolo** .

Esempio: *per simulare un urto a 90° tra un veicolo cha viaggia a 50 km/h e uno fermo procedure nella seguente maniera. Selezionare* ***File*** *–* ***Nuovo*** *per cominciare un nuovo progetto; dal database DSD selezionare 1999 BMW 530 come Veicolo 1 e 1998 Alfa Romeo 156 2.4 JTD come Veicolo 2. Mantenere tutti i parametri reimpostati per la geometria del veicolo; Utilizzare* ***Dinamica*** - **Posizione & Velocità** *per inserire i dati seguenti:*

- *La BMW rimane nella posizione assegnata automaticamente, x=0, y=0, NY=PSI=0*
- *Velocità iniziale della BMW = 50 km/h*
- *Cambiare le coordinate dell'Alfa con x = 2.6 m, y = -2.0 m, NY=PSI=90*
- *Velocità iniziale dell'Alfa = 0 mph.*

*A questo punto salvare il progetto con **File – Salva** . Digitare il nome EXAMPLE2a nella casella di testo della finestra Seleziona Nome Progetto e cliccare su Salva. Adesso questo titolo verrà mostrato nella barra del titolo dello schermo.*

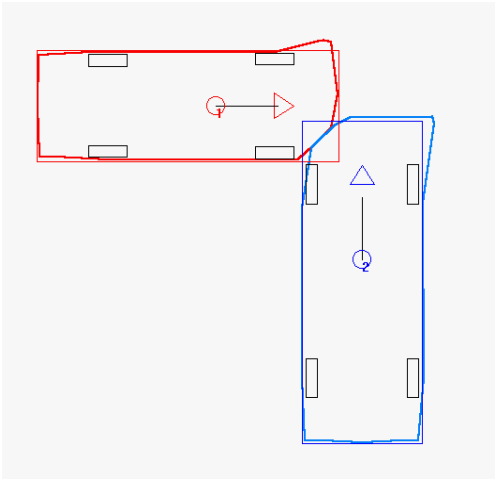


I veicoli a questo punto saranno posizionati sullo schermo come mostrato in figura (nella figura la scala è stata aumentata rispetto a quella predefinita di 1:200).

Posizione dell'urto

Per ottenere una simulazione realistica della collisione è importante posizionare i veicoli con una sovrapposizione appropriata al momento dell'urto quando si verifica lo scambio delle principali forze d'urto. Ciò è particolarmente importante per la conservazione del momento angolare del modello di collisione. Il metodo migliore consiste nel collocare i veicoli con una sovrapposizione corrispondente alle loro deformazioni.

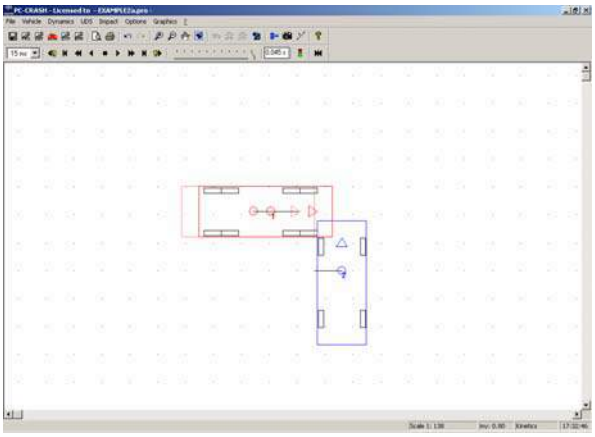
È possibile inserire facilmente tale deformazione caricando un disegno dello sfondo che includa già i profili dei veicoli deformati al momento dell'urto, oppure inserendo su ogni veicolo una forma DXF appropriata usando **Veicolo – Veicolo DXF**.



Un altro metodo per posizionare il veicolo nella posizione dell'urto con la giusta sovrapposizione, consiste nel collocare i veicoli nella posizione del primo contatto. Successivamente spostarli in avanti in base alla stimata velocità precedente l'urto *(nell'esempio della BMW 50km/h)* per circa 30 – 60 ms. Ciò si può facilmente ottenere stabilendo un intervallo di tempo di 15 ms nella barra degli strumenti "Simulazione" e cliccando su Avanti da 2 a 4 volte. I veicoli si muoveranno verso le posizioni desiderate con la massima precisione.

Sebbene la sovrapposizione possa sembrare eccessiva, bisogna considerare che essa è data dalla somma della deformazione di entrambi i veicoli.

Esempio: *Cliccate su Avanti 3 volte con un intervallo di tempo di 15 ms. La figura seguente mostra il risultato della sovrapposizione.*



Determinazione della nuova Posizione Iniziale

Dopo aver condotto i veicoli nella giusta posizione d'urto, è necessario definire questa come nuova posizione iniziale per la simulazione. Ciò consente di eseguire diverse simulazioni il più rapidamente possibile. Infatti i veicoli possono ritornare nella loro posizione di partenza in qualsiasi momento cliccando su Nuova Simulazione nella barra degli strumenti "Simulazione".

Quando i veicoli sono nella posizione iniziale desiderata, utilizzare il pulsante (Definizione di una nuova posizione iniziale). Se i veicoli non si trovano nella posizione iniziale originaria apparirà una finestra informativa. Selezionando No, la nuova simulazione partirà dalla posizione attuale dei veicoli.

Versione demo: *Con la versione dimostrativa, non è possibile né spostare i veicoli in avanti, né determinare una nuova posizione iniziale. In questo caso aprite il file EXAMPLE2.PRO dalla sottocartella Esempi di PC-Crash. I veicoli di questo file sono già correttamente posizionati, mentre la successiva simulazione è stata già realizzata.*

Simulazione dell'urto

Dopo aver posizionato due veicoli nella loro posizione d'urto, si può iniziare la simulazione. A tal fine, aprire la finestra Simulazione dell'urto utilizzando l'opzione **Urto – Simulazione dell'urto** (F8).

La simulazione di PC-Crash si basa sul modello d'urto di Kudlich-Slibar. La teoria di questo modello d'urto, basata sul momento lineare ed angolare, viene descritta nel **Manuale Tecnico**. Il modello Kudlich-Slibar è caratterizzato dalla definizione di un punto d'urto. Questo è il punto dove si ipotizza che tutta la forza dell'urto venga scambiata. Vengono presi in considerazione sia l'elasticità della collisione, attraverso un coefficiente di restituzione, che lo slittamento di un veicolo lungo l'altro o lungo un oggetto fisso, attraverso un angolo del piano di contatto ed un coefficiente di attrito. Tali parametri d'urto possono essere modificati dall'utente.

Le velocità pre-urto vengono indicate immediatamente nella finestra di dialogo "Simulazione dell'urto".

Definizione del punto d'urto

Il primo passo della Simulazione d'Urto consiste nel definire il punto d'urto attraverso l'attivazione della casella Muovi punto d'urto . Il punto d'urto può essere stabilito come segue:

- Cliccare il tasto sinistro del mouse con il puntatore fuori dall'area di sovrapposizione dei veicoli. Questo permette di centrare il punto di impatto nell'area di sovrapposizione e di ruotare il piano di contatto di un determinato valore. Solitamente questa è la maniera migliore per iniziare.
- Utilizzare il pulsante sinistro del mouse sul punto d'urto desiderato dentro l'area di sovrapposizione dei veicoli (tenere premuto il pulsante per trascinare la posizione).
- Digitare le coordinate x e y dell'urto nei campi corrispondenti. Potete anche modificare le coordinate utilizzando la barra di scorrimento accanto ai campi di testo. Più a lungo si tiene premuto il pulsante del mouse (o la freccia della tastiera) più rapidamente cambiano i valori.

Esempio: *Utilizzare I campi di testo nella finestra Simulazione d'urto per inserire le coordinate del punto: x = 2.0 m, y = -0.55 m.*

Mantenere il coefficiente di restituzione e di attrito del piano di contatto ai valori predefiniti di 0.10 e di 1.0 rispettivamente.

Nota: *Se entrambi i veicoli coinvolti nell'urti sono 3D (cioè se entrambi hanno un'altezza del C.G. > 0) allora bisogna specificare anche l'altezza del punto d'urto inserendo il valore appropriato nel campo "z" in basso a sinistra nella finestra di Simulazione d'urto.*

Rotazione del piano di contatto

La rotazione del piano ci contatto si può ottenere dopo aver attivato Ruota Piano di Contatto che, automaticamente, disabilita Muovi Punto d'urto. Il piano di contatto viene ruotato o cliccando sul tasto sinistro del mouse con il puntatore vicino al piano di contatto sullo schermo e poi ruotandolo fino all'angolo desiderato, oppure inserendo l'angolo voluto nel campo angolo del piano di contatto (phi). Come descritto in precedenza, per il punto d'urto, è possibile cambiare le coordinate usando la barra di scorrimento per modificare i valori nel campo corrispondente.

Esempio: *Ruotare il piano di contatto a 45 gradi inserendo il valore nella casella (phi). Si può osservare il veicolo mentre cambia direzione come risultato dello scambio delle forze di collisione.*

Nota: *Quando si cambiano i parametri dell'urto assicurarsi che i veicoli siano posizionati nella corretta posizione d'urto. Se sono stati utilizzati i pulsanti per la Simulazione in Avanti o , e poi è stato cambiato il parametro d'urto nella finestra Simulazione d'urto, il programma assume che sia stato definito un secondo urto. È possibile verificare il numero degli urti controllando il numero mostrato nell'angolo in basso a destra della finestra Simulazione d'urto. (es. 1 per il primo urto)*

Visualizzazione della Posizione Post Urto

Dopo aver specificato il punto d'urto o il piano di contatto, oppure dopo avere premuto il pulsante Urto, il software mostra la posizione di entrambi i veicoli 200 millisecondi dopo la collisione. Ciò consente all'utente di vedere

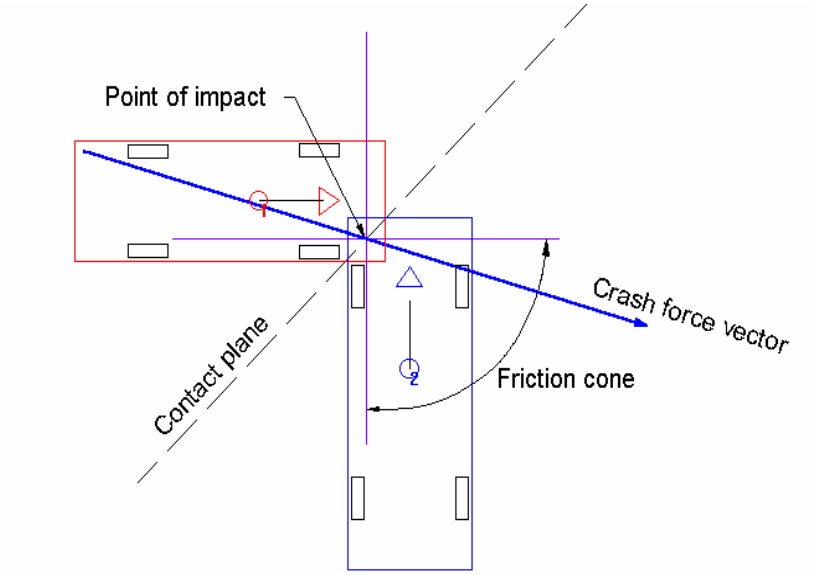
immediatamente l'effetto dei diversi valori inseriti (velocità, posizione dell'urto, angolo del piano di contatto, ecc.) sul movimento post-urto.

Altri Parametri d'urto

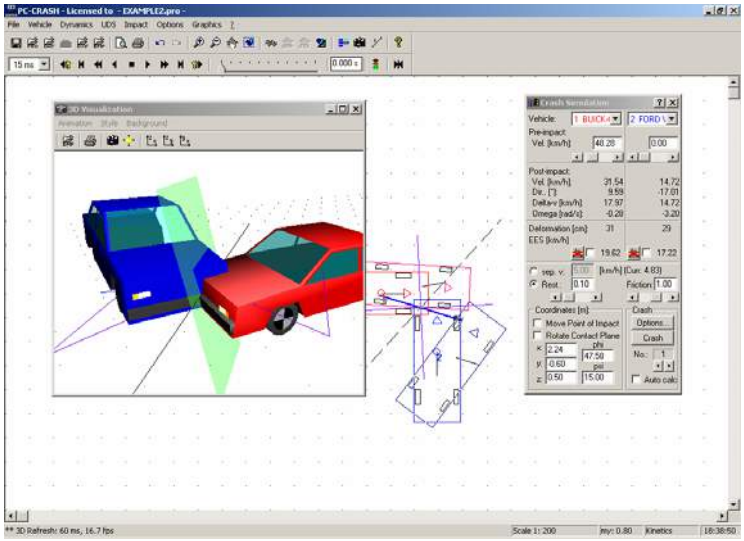
Oltre alla posizione dei veicoli 200 millisecondi dopo l'impatto, apparirà sullo schermo anche:

- Punto d'urto;
- Piano di contatto;
- Cono del coefficiente di attrito (le due linee che definiscono i limiti angolari della forza d'urto per i quali non ci sarà alcun effetto slittamento);
- Vettore della forza d'urto (PDOF) (PDOF).

Disegno dell'urto:



Il vettore della forza d'urto, il cono del coefficiente d'attrito ed il piano di contatto posso essere visualizzati anche nella finestra di Visualizzazione 3D (**Opzioni– Finestra 3D**) selezionando Urti nella finestra Opzioni Impostazioni di Visualizzazione (**Opzioni – Opzioni – Impostazioni di Visualizzazione**).



Si osservi che se il piano di contatto è ruotato secondo un'angolazione tale che il vettore della forza d'urto si trova sul margine del cono del coefficiente di attrito, l'impatto si trasforma in uno slittamento laterale tra le superfici dei veicoli.

Esempio: *E' possibile verificare facilmente gli effetti della variazione di un singolo valore. Cliccare su* *Muovi Punto d'urto e trascinare il punto d'urto sullo schermo. Si può immediatamente osservare il risultato della scelta del punto d'urto sul movimento dei veicoli dopo la collisione.*

Si può analizzare l'influenza dell'elasticità dell'urto muovendo la barra di scorrimento del coefficiente di restituzione o inserendo un nuovo valore nella casella di testo.

Per quanto non realistico nel caso dell'esempio fatto, la collisione può diventare un urto con slittamento laterale ruotando il piano di contatto e/o variando il coefficiente di attrito tra veicoli.

Valori EES

PC-Crash include il calcolo dell'energia di deformazione (EES Energia Equivalente di Velocità) nella simulazione d'urto. L'energia di deformazione totale verrà distribuita tra i due veicoli in base alla relazione tra le loro masse ed alle rispettive profondità di deformazione. Le equazioni per il calcolo si trovano nel **Manuale Tecnico.**

I valori EES per i veicoli possono essere visualizzati nella finestra Diagrammi (**Opzioni – Diagrammi– Diagrammi – Veicoli – EES**).

Se si desidera una diversa distribuzione dell'energia totale di deformazione, può essere specificato un valore EES per uno dei veicoli selezionando l'opzione EES per quel veicolo ed inserendo il valore voluto nel campo corrispondente. La rimanente energia di deformazione viene assegnata automaticamente al secondo veicolo.

Esempio: *Selezionare EES per il primo veicolo ed inserire il valore desiderato. Il valore EES per il secondo veicolo viene di conseguenza calcolato ed indicato nel campo del secondo veicolo.*

Traiettorie Post-Urto

PC-Crash simula la traiettoria post-urto di ciascun veicolo sulla base dei parametri d'urto e delle sequenze post urto (dopo il tempo = 0, e dunque al di sotto della sequenza Inizio).

Le traiettorie post-urto possono essere calcolate passo passo cliccando su Avanti nella barra degli strumenti "Simulazione". Cliccando sul pulsante invece la simulazione continuerà fino alla posizione di arresto dei veicoli. In questo caso, la simulazione si può interrompere in qualsiasi momento cliccando il pulsante una seconda volta, premendo il tasto destro del mouse o usando ESC.

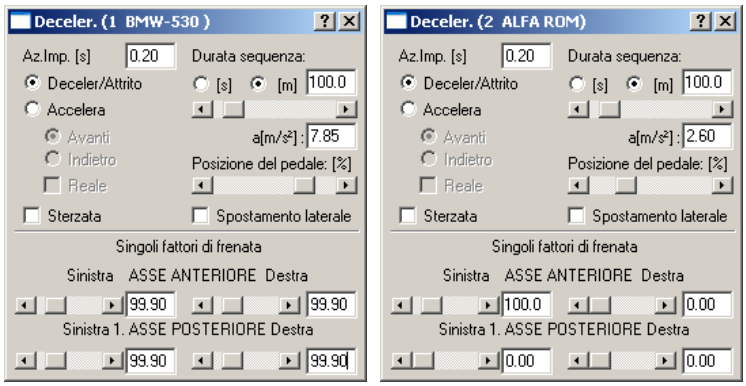
Quando la simulazione è giunta al termine (arresto dei veicoli), non utilizzare i comandi Avanti o Indietro per spostare i veicoli, ma la barra di scorrimento per muoverli lungo le traiettorie percorse. . I veicoli si possono muovere in un qualsiasi punto digitando un tempo specifico nel campo 0.000 s. Premere il tasto TAB oppure cliccare nello schermo principale dopo aver cambiato il tempo e poi premere il tasto F5 per aggiornare lo schermo.

Per eseguire una nuova simulazione con parametri differenti, cliccare su Nuova Simulazione . Verranno così cancellate le traiettorie calcolate , e sarà possibile effettuare i cambiamenti voluti ripetendo la simulazione.

Si possono confrontare le traiettorie post-urto dei veicoli con diverse condizioni di frenata. Per cambiare le impostazioni di frenata aprire la sequenza di frenata nella finestra "Sequenze" selezionando **Dinamica - Sequenze** (F6)

Esempio: *Utilizzare la finestra "Sequenze" per definire una sequenza di frenata per ciascun veicolo nel modo seguente:*

- *BMW – Utilizzate la barra di scorrimento della Posizione Pedale per stabilire una frenata piena su tutte e 4 le ruote*
- *Alfa – Usare le barre di scorrimento delle singole ruote per stabilire una frenata completa sulla ruota anteriore sinistra (per simulare una ruota bloccata a causa di un danno) e nulla sulle altre 3 ruote.*



Notare che il coefficiente di attrito in questo esempio è 0.8, quello predefinito di PC-Crash. Tale valore può essere cambiato selezionando ***Opzioni - Opzioni – Impostazioni Predefinite*** *oppure più semplicemente con un doppio click sull'area "my" della barra di stato in fondo allo schermo..*

Dopo il cambiamento nelle sequenze di frenata, premere il pulsante Nuova Simulazione *nella barra degli strumenti "Simulazione" e, quindi, il pulsante Urto nella finestra "Simulazione d'Urto". Portare i veicoli alla loro posizione di arresto (utilizzando il comando Avanti* *nella barra degli strumenti "Simulazione". Le traiettorie post-urto dei veicoli verranno mostrate sullo schermo principale.*

***Nota:** si può usare* *Auto calc. nella finestra Simulazione d'Urto invece del pulsante Avanti* *nella barra di Simulazione. Questa funzione permette di portare i veicoli alla posizione di arresto senza mostrare movimenti intermedi ogni volta che si cambiano i parametri nella finestra di Simulazione d'Urto, permettendo di vedere immediatamente l'effetto di un cambiamento sulla posizione di arresto.*

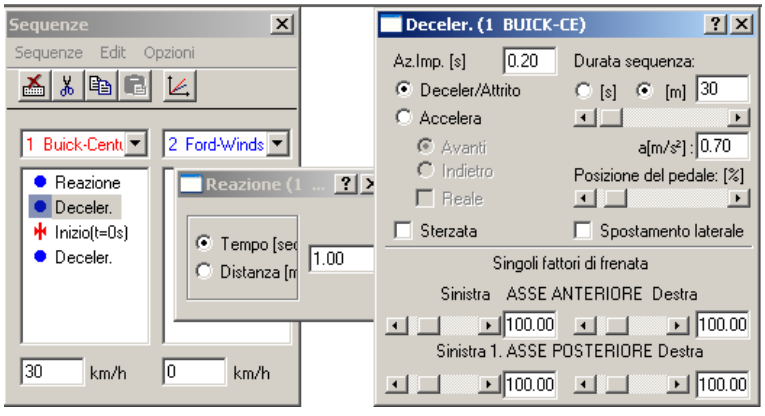
Traiettorie Pre-Urto

Come per quelle Post-Urto, per le sequenze pre-urto si utilizza il menu **Dinamica – Sequenze** (F6) per specificare il tempo di reazione del conducente, la frenata pre-urto ecc. Le sequenze Pre-urto sono quelle al di sopra della sequenza Inizio (tempo = 0).

Per evitare di cancellare per errore i risultati della simulazione post-urto, quando si cambiano i parametri pre-urto è opportuno bloccare i risultati post-urto selezionando il pulsante Blocca Percorso in Avanti nella barra di Simulazione. Quando i risultati post-urto sono bloccati non è possibile cambiare la posizione dei veicoli e la velocità a tempo = 0, perché questo influenzerebbe il movimento post-urto.

***Esempio:** Aprire il file del progetto EXAMPLE2.PRO.Per il veicolo Buick, aggiungere le sequenza pre-urto reazione e frenata, usando **Sequenze – Sequenza – Veicolo/Conducente – Reazione** e **Frenata**. Dopo aver aggiunto queste sequenze, è necessario trascinare la sequenza Inizio verso il basso per collocare prima le sequenze inserite. Successivamente, fare doppio click sulla sequenza di reazione e cambiare il tempo con 1.1 secondi, e di nuovo doppio click sulla Decelerazione Pre-Urto e scegliere frenata 100% su una distanza di 30 piedi.*

A questo punto è possibile eseguire la simulazione della sezione pre-inizio. Dato che questa sezione precede l'inizio (tempo=0) la simulazione parte selezionando i pulsanti Indietro o sulla barra di Simulazione.



***Nota**: Le sequenze che coinvolgono i rimorchi non possono essere inserite prima del tempo =0.*

Traiettorie Pre-Urto complesse

Quando si utilizzano le sequenze pre-urto è normalmente possibile simulare movimenti lineari perché l'inversione del sistema delle equazioni differenziali usate da PC-Crash non fornisce una simulazione a ritroso accurata dei moti complessi di imbardata o sterzata. Inoltre occorre ricordare che prima del tempo=0 non si possono inserire sequenze che riguardano i rimorchi.

Ci sono diverse strategie per ovviare a queste limitazioni:

- Non stabilire l'urto a tempo=0, ma iniziare la simulazione ad un dato momento prima dell'urto, in maniera da includere tutto il movimento pre e post urto. Molte sequenze pre-urto, infatti, sono inserite per definire le manovre di guida precedenti all'urto. Il punto debole di questa opzione è che se non si conoscono le velocità iniziali, qualsiasi cambiamento della velocità iniziale di uno dei veicoli causerà una differenza nel tempo in cui il veicolo raggiunge il punto d'urto a scapito di una sua precia definizione. A meno che le velocità dell'urto siano poco rilevanti, questa opzione comporta un lungo procedimento per tentativi ed errori.

- Ricostruire la parte pre-urto dell'incidente come progetto separato, partendo dalla posizione dei veicoli prima dell'urto. Modificare individualmente le condizioni iniziali in maniera che i veicoli raggiungano il punto dell'urto alla corretta velocità e nella posizione esatta. La sincronizzazione dei veicoli può essere facilmente cambiata utilizzando **Opzioni - Diagrammi - Opzioni** – **Spostamento dell'Origine**, come spiegato dettagliatamente nel paragrafo sulla **Sincronizzazione dei Veicoli** in questo capitolo.

  Se si vuole mostrare con un'animazione la simulazione dall'inizio alla fine, occorre realizzare due animazioni per le due fasi di pre urto e di urto-post urto e poi unirle, fuori da PC-Crash, utilkizzqndo un qualsiasi software di video ritocco fornito con le schede video

- La funzione 'percorso cinematico' (kinematic path) può essere utilizzata per i progetti in cui non sono coinvolti rimorchi, nelle simulazioni per le quali la posizione pre-urto e la sincronizzazione del veicolo sono importanti, ma non è fondamentale che il programma controlli che le leggi fisiche siano rispettate. Un esempio è quello di un veicolo che svolta a sinistra in un incrocio accelerando da zero intercettando la traiettira di un veicolo che procede in senso contrario.

  Per questa opzione l'urto deve avvenire a tempo=0; si procede normalmente con la simulazione del movimento post-urto, quindi, si blocca il movimento post-urto ricostruito con Blocca Percorso in Avanti e si cambia il modello di simulazione da Cinetica a Cinematica usando il pulsante Modello . Infine si disegna una curva per il veicolo che svolta utilizzando l'opzione **Dinamica – Definisci Punti del Percorso** (consultare la sezione **Percorsi** in questo capitolo).

  Quando si utilizzano i pulsanti di simulazione a ritroso o , il veicolo che svolta seguirà esattamente il percorso assegnato. Dato che il modello cinematico si utilizza per il movimento pre-urto, l'utente deve

controllare che il movimento lungo il percorso definito sia accettabile da un punto di vista fisico per la velocità e accelerazione utilizzate.

Salvare la Simulazione come Immagine

Se necessario, si possono salvare le posizioni dei veicoli o altri dati come file DXF procedendo nella maniera seguente:

1. Eseguire la simulazione fino all'arresto dei veicoli.

2. Salvare la simulazione come file DXF selezionando **File - Esporta – DXF.** *Nell'esempio, inserire il nome del file - EXAMPLE2 – nella casella di testo e cliccare su Salva (Pc-Crash aggiunge automaticamente l'estensione DXF).* Notare che tutte le posizioni dei veicoli che appaiono sullo schermo, assieme alle tracce degli pneumatici, saranno salvate nel file DXF. Se si desidera salvare soltanto alcune parti dell'immagine è necessario disattivarle utilizzando la finestra **Opzioni– Opzioni – Impostazioni di visualizzazione** .

3. Per inserire nuovamente il file DXF contenente le posizioni dei veicoli, cliccare su **File – Importa – DXF** e selezionare il nome del file *(EXAMPLE2.DXF).* Le posizioni dei veicoli salvate appariranno nello schermo come immagine DXF. Lo stesso file DXF può essere importato in altri programmi come ad esempio Microsoft Word.

Analisi Automatica della Collisione

L'Ottimizzatore della Collisione è un automatismo che consente l'analisi degli urti, eliminando il lento processo manuale basato su tentativi ed errori, per determinare le velocità e gli altri parametri dell'urto. L'Ottimizzatore della Collisione rappresenta la migliore soluzione per risalire al valore delle velocità d'urto e degli altri parametri in funzione delle posizioni di arresto e di quelle intermedie (se note).

Definizione della Posizione di Arresto e/o Intermedia

Per specificare posizioni di arresto o intermedie dei veicoli, selezionare il comando **Urto** - **Posizione di arresto** oppure **Urto – Posizione Intermedie 1 - 5**. Il puntatore si trasforma in un carro-attrezzi (diverso da quello utilizzato per muovere i veicoli all'inizio) che consente all'utente di spostare e ruotare i veicoli dalla loro posizione iniziale a quella intermedia o di arresto. La posizione iniziale del veicolo rimane invariata.

Ottimizzazione della Collisione

Una volta definite le posizioni di arresto e/o intermedie, l'ottimizzatore può essere usato per calcolare automaticamente le velocità e il punto d'urto, il piano di contatto, ed altri valori selezionando l'opzione **Urto – Ottimizzatore Collisione**.

Generalmente è più efficace ottimizzare due o tre parametri alla volta. Questo consente all'utente di visualizzare I risultati dopo un breve tempo di

ottimizzazione e di prendere una decisione sul parametro da ottimizzare successivamente (se necessario).

Tra gli algoritmi di ottimizzazione disponibili quello Genetico, predefinito, solitamente trova una soluzione più rapidamente dell'algoritmo lineare, opzionale.

Si può specificare un intervallo di velocità per ogni veicolo. Ad esempio, se si sa che un veicolo si è fermato prima dell'urto, è possibile assegnare una velocità minima e massima pari a 0 km/h.

L'utente può stabilire il peso degli errori nello spostamento lineare ed angolare sia per le posizioni di arresto che intermedie, che per i valori EES. Nel processo di ottimizzazione, il peso stabilito influenzerà la direzione di cambiamento dei vari parametri da ottimizzare per ciascun veicolo.

Per avviare l'Ottimizzazione premere Ottimizza. Il processo di Ottimizzazione può essere fermato in qualsiasi momento premendo il tasto destro del mouse una volta oppure con il tasto ESC.

Più le condizioni iniziali sono prossime a quelle 'vere', più rapidamente il processo di ottimizzazione troverà una soluzione.

Durante il processo, gli elementi analizzati nella lista dei parametri di Ottimizzazione vengono analizzati uno alla volta in modo che il programma non torni indietro al primo parametro dopo aver ottimizzato il secondo, e così via. Il processo di ottimizzazione, tuttavia, dovrebbe essere ripetuto almeno due volte se si selezionano 2 o più elementi. Se l'ottimizzazione è ripetuta diverse volte, il programma considererà come risultato la migliore soluzione.

Esempio: *Preparare la simulazione salvando la posizione di arresto nel progetto EXAMPLE2.pro come immagine DXF (EXAMPLE2.DXF), come descritto nei paragrafi precedenti. Importare EXAMPLE2.DXF in EXAMPLE2.pro usando* ***File – Importa – Disegno DXF*** *. Usare* ***Urto – Posizioni di arresto*** *per definire le posizioni di arresto in EXAMPLE2.DXF. Posizionare i veicoli nella posizione iniziale (urto), con il pulsante Nuova Simulazione . Selezionare* ***Urto – Ottimizzatore di Collisione*** *e cambiare le velocità dei veicoli con valori diversi nella finestra Simulazione d'*

Urto per simulare una velocità iniziale non nota per ogni veicolo. È anche possibile muovere il punto d'urto in una posizione diversa per simulare che la posizione esatta non è un dato noto. Velocità d'urto ☑ *nella finestra Ottimizzatore (e Punto d'Urto* ☑ *se è stato mosso il punto d'urto) e avviare l'Ottimizzatore premendo su Ottimizza.*

Urti Secondari

Se è stato selezionato ☑ Calcolo Automatico degli Urti Secondari e ☑ Individuazione Urto nella finestra Parametri di Simulazione, (**Opzioni – Opzioni – Parametri di Simulazione**) saranno automaticamente calcolate le collisioni secondarie. L'opzione Individuazione dell'urto può essere selezionata o deselezionata nel menu **Urto**. Si può cambiare la profondità della penetrazione dell'urto secondario (data in millisecondi dopo il contatto iniziale) nel menu Profondità di Penetrazione della finestra Parametri di Simulazione. Solitamente un valore ragionevole è tra 30ms e 60ms.

Dopo una simulazione in cui è presente una collisione secondaria, l'utente può spostare i veicoli nella posizione di quest'ultima collisione per cambiare i parametri di tale urto. Ciò si ottiene portando la barra di scorrimento "N. Urto" nella finestra "Simulazione d'urto" al numero 2 (o un numero più alto se ci sono altre collisioni). I veicoli si sposteranno automaticamente nella loro posizione al momento dell'urto secondario. Fatto ciò, i parametri della collisione secondaria possono essere modificati manualmente con la stessa procedura descritta per l'urto primario.

Se, nella finestra Parametri di Simulazione, non viene selezionato ☑ Calcolo Automatico degli Urti Secondari, ma soltanto ☑ Individuazione Urto la simulazione si interromperà quando sarà individuata una collisione secondaria.

Spostamento della Posizione Iniziale

Alcune volte conviene ripetere una simulazione iniziando da una nuova posizione iniziale. Le sequenze che sono state originariamente calcolate in una simulazione a ritroso dall'inizio, possono essere determinate con una simulazione in avanti. Per far ciò, la posizione iniziale dei veicoli deve essere spostata fino al punto iniziale della prima sequenza e bisogna cambiare la posizione della sequenza "Inizio".

Esempio: *Nell'esempio EXAMPLE2.PRO, spostare la posizione iniziale della Buick all'inizio della sequenza di reazione di 1.1 secondi. Anzitutto, muovere la Buick in tale posizione con il pulsante Indietro* ⏮ *. Adesso fissare questa posizione come posizione Iniziale, con il pulsante Nuova Posizione* ⏭ *nella barra di Simulazione. Selezionare No nella finestra che chiede se i veicoli devono essere riposizionati nella posizione iniziale precedente.*

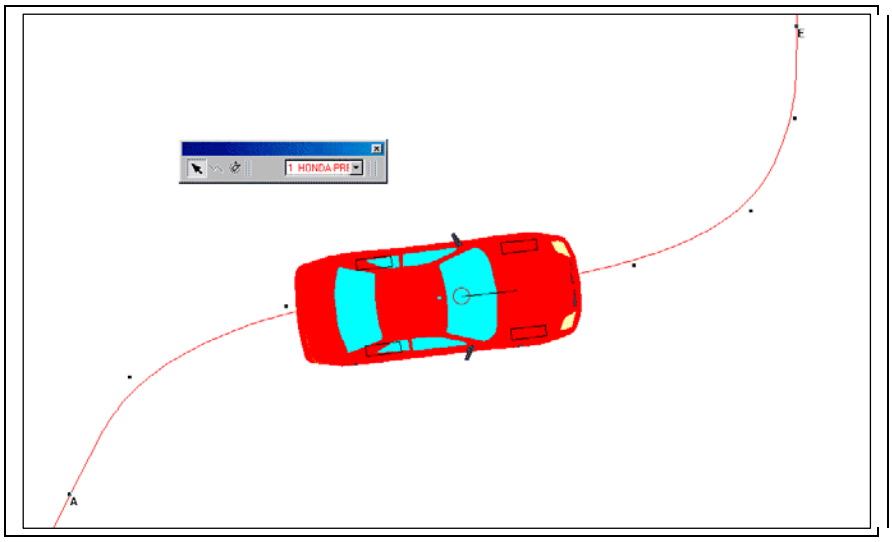
Successivamente bisogna riadattare le sequenze. Dopo aver aperto la finestra ***Dinamica – Sequenze*** *(tasto F6), spostare la sequenza di inizio della Buick nella prima posizione*

Ora, ripetere la simulazione del movimento di guida della Buick dalla nuova posizione di partenza, controllando di aver attivato Individuazione Urto. Se si ottengono risultati leggermente diversi per le posizioni di arresto questo dipende dal fatto che il ritardo di frenata della Buick non era a 0. In questo

caso la simulazione originale, senza sequenza di frenata pre-urto, utilizzava soltanto il 50% della frenata durante il tempo di ritardo della sequenza di frenata post-urto, perché la condizione iniziale, senza le sequenze pre-urto, era senza frenata. La nuova simulazione avrebbe una frenata 100% durante il tempo di ritardo perché la condizione iniziale (definita dalla sequenza di frenata pre-urto) è frenata 100%.

Percorsi

PC-Crash permette di creare percorsi per i veicoli. Questo consente all'utente di specificare manovre complesse del veicolo senza dover utilizzare sequenze di sterzata multiple.



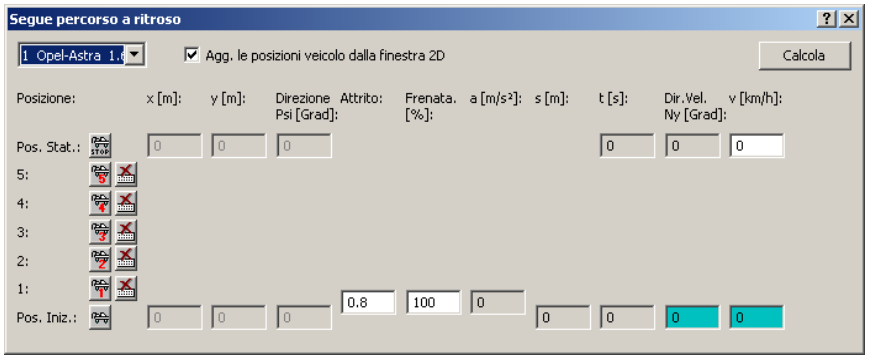
La definizione del percorso avviene attraverso l'opzione del menu **Dinamica – Definisci Punti Percorso** (consultare il capitolo **Descrizione del Menu**).

Analisi Post-Urto usando le tracce di frenata

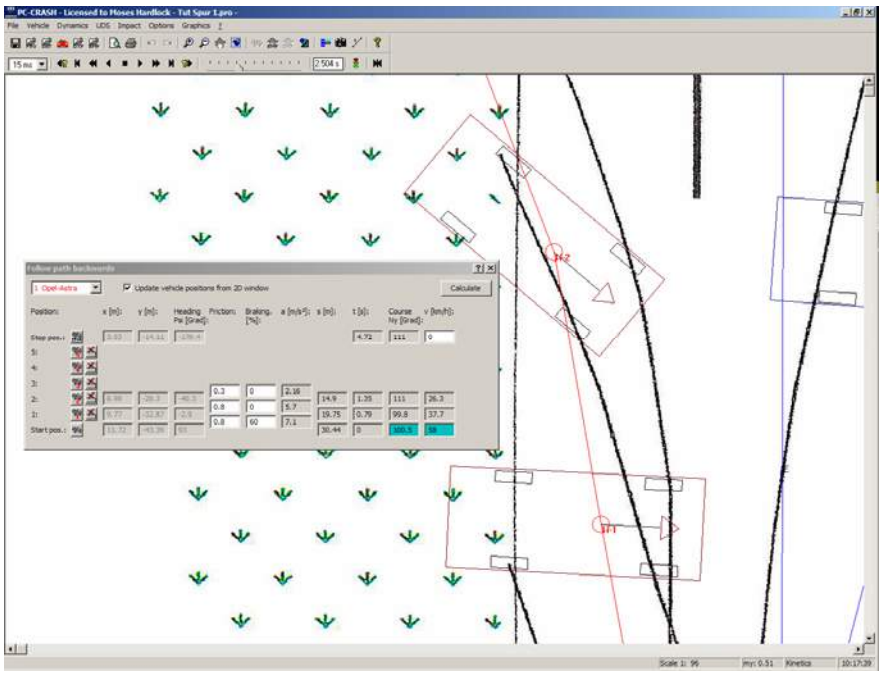
Se sulla superficie stradale ci sono tracce di frenata lasciate dagli pneumatici, si può facilmente ricostruire la scena post urto rilevando il movimento del veicolo attraverso le traiettorie delle ruote. Con questo calcolo si possono ricavare i dati immediatamente dopo l'urto, ad esempio la velocità post urto.

In PC-Crash è necessario conoscere almeno la posizione dell'urto e la posizione di arresto di un veicolo. Le posizioni intermedie possono essere definite con l'aiuto delle tracce degli pneumatici per migliorare la precisione della simulazione.

Nel menu selezionare il commando **<Dinamica> <Percorso cinematico a ritroso …>** per aprire la finestra in cui inserire i valori.



Innanzitutto, bisogna definire la posizione di arresto del veicolo. Utilizzare il pulsante per trascinare la posizione di arresto dalla posizione del veicolo alla posizione desiderata. Utilizzare il mouse come illustrato a pag. 33 dove viene descritto il funzionamento dello *Strumento Carro Attrezzi*. Si possono definire fino a 5 posizioni intermedie usando i lungo le tracce degli pneumatici. Per poter definire le posizioni è necessario che l'opzione **Aggiorna la posizione del veicolo dalla finestra 2D** sia attivata. .



Per ogni movimento tra due posizioni definite su può inserire un coefficiente di attrito e un fattore di frenata. Il fattore di frenata influenza soltanto il movimento longitudinale del veicolo. Sui movimenti laterali si considera una forza di frenata massima.

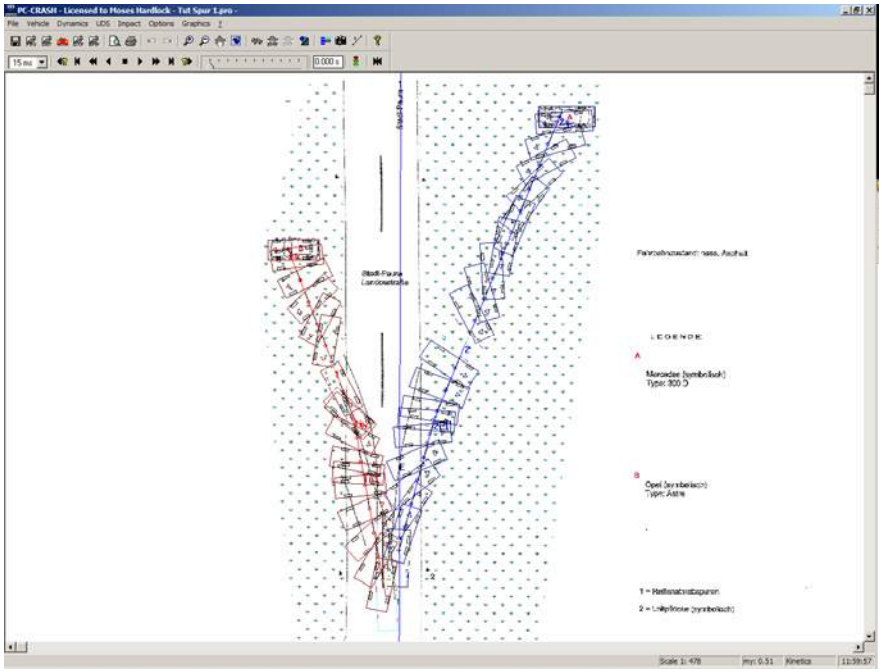
Nel campo dei risultati, per ogni posizione sono visualizzati la velocità, la direzione del moto, la decelerazione ed il tempo.

Premendo sul pulsante **Calcola** il movimento del veicolo selezionato viene calcolato ed applicato.

Importante:

Il movimento del veicolo ricostruito utilizzando questo approccio viene simulato sulla base delle posizioni specificate e dei valori forniti e non

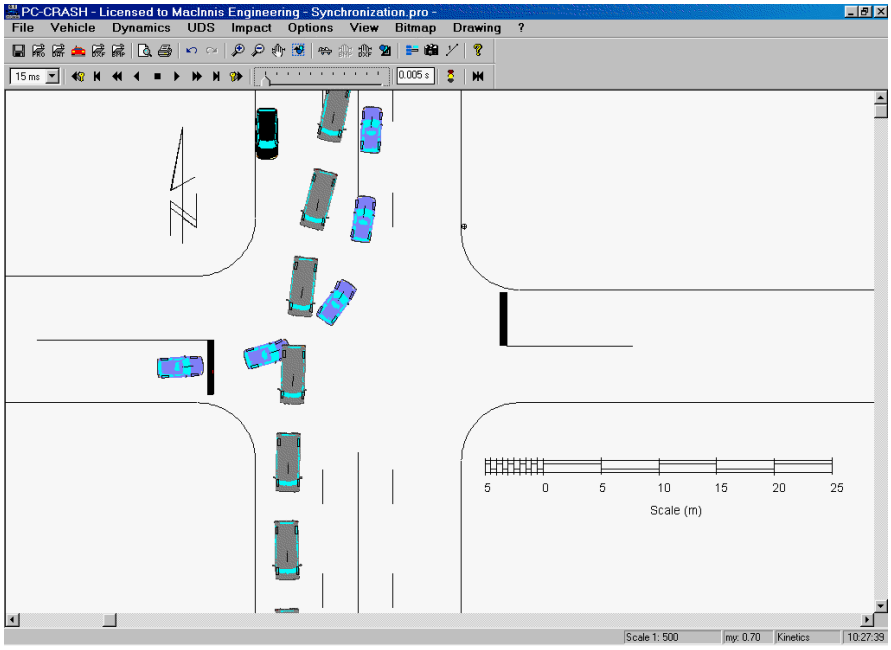
dei vincoli fisici. Ricontrollare sempre i risultati utilizzando una simulazione cinetica in avanti.



Sincronizzazione dei veicoli

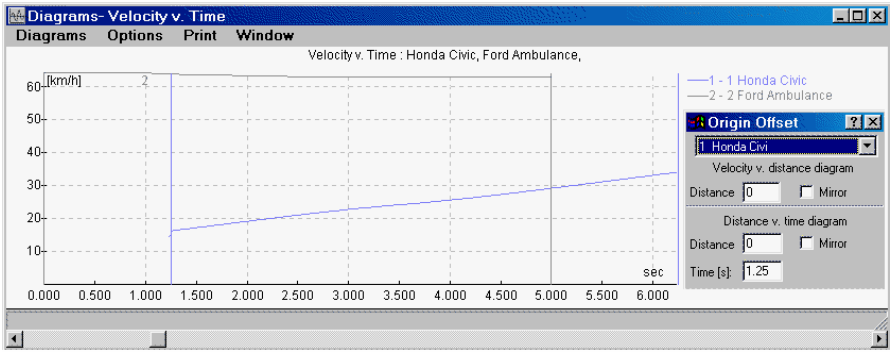
Il movimento di diversi veicoli può essere sincronizzato dopo aver simulato singolarmente il movimento di ciascun veicolo.

La figura seguente mostra una simulazione a due veicoli in cui il movimento di ciascuno è stato definito correttamente, ma dove non partono al tempo corretto l'uno rispetto all'altro.

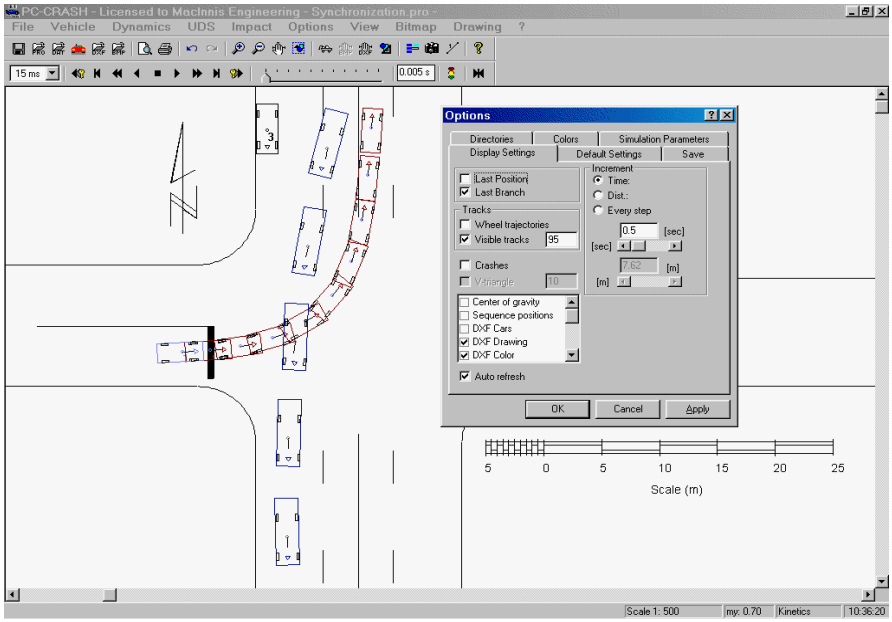


Per sincronizzare i veicoli l'utente deve specificare l'esatto tempo di spostamento. Ciò si ottiene aprendo la finestra Diagrammi con **Opzioni - Diagrammi - Opzioni** – **Spostamento dell'Origine** e cambiando il tempo di spostamento dell'origine per uno dei veicoli.

Lo spostamento dell'origine specificato nella finestra Diagrammi sarà utilizzato per lo strumento di scorrimento della barra della Simulazione e nella rappresentazioni delle animazioni. Utilizzare lo strumento di scorrimento della barra di Simulazione per muovere i veicoli in sincronia, e determinare il tempo dello spostamento dell'origine necessario per tentativi. Nella figura seguente, per l'Honda è stato utilizzato un tempo di 1.25s. Notare come il grafico Velocità-Tempo è stato spostato di 1.25s a destra dell'origine.



Attivare l'opzione Ultimo tratto in **Impostazioni di Visualizzazione** per visualizzare le posizioni del veicolo agli intervalli di tempo scelti. Nella figura seguente il passo di visualizzazione dell'Ultimo tratto è stato fissato a 0.5s. . Dxf Auto è stato disattivato, così che I veicoli vengono visualizzati come semplici rettangoli per evitare lunghi tempi di aggiornamento della pagina.

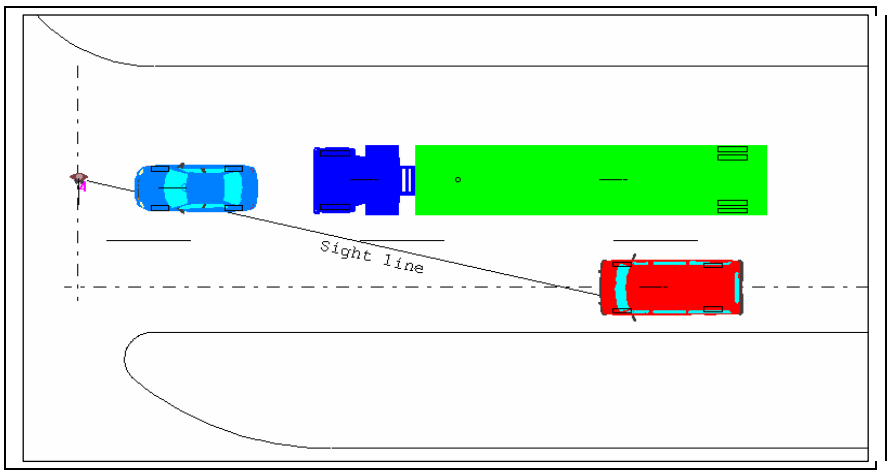


Pedoni

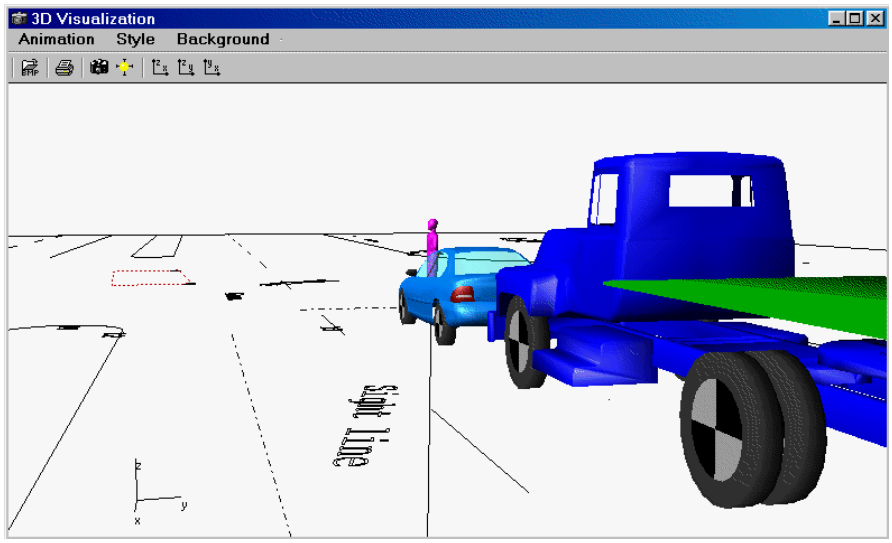
Modello semplificato di pedone

Questo modello considera il pedone come un veicolo semplice a forma di parallelepipedo. È utile per determinare la visibilità del pedone fra gli altri oggetti dello sfondo e per effettuare un'analisi tempo-distanza

Utilizzare **File - Importa – Veicolo Personalizzato** , aprire il file Pedestrian.dat. Muovere il pedone nella posizione desiderata utilizzando lo strumento Carro Attrezzi . La velocità del pedone può essere inserita nella finestra di dialogo Posizione e Velocità.



Per un aspetto più realistico è possibile utilizzare un disegno DXF 3D utilizzando **Veicolo – Veicolo DXF**.



Modello Multibody

Il modello Multibody si utilizza per le collisioni veicolo-pedone, veicolo-motociclo e movimento del passeggero con o senza cintura di sicurezza in

un veicolo. Tale modello calcola automaticamente gli urti tra singole parti del corpo del multibody e l'esterno o (nel caso del passeggero multibody) l'interno del veicolo.

Il modello multibody reagisce alla forza di gravità e alle forze d'urto col terreno e col veicolo. Il pedone multibody non può però camminare o correre come un essere umano. Per questa ragione è meglio avviare la simulazione subito prima dell'urto. Altrimenti il pedone cadrà a terra prima di essere colpito a causa della forza di gravità.

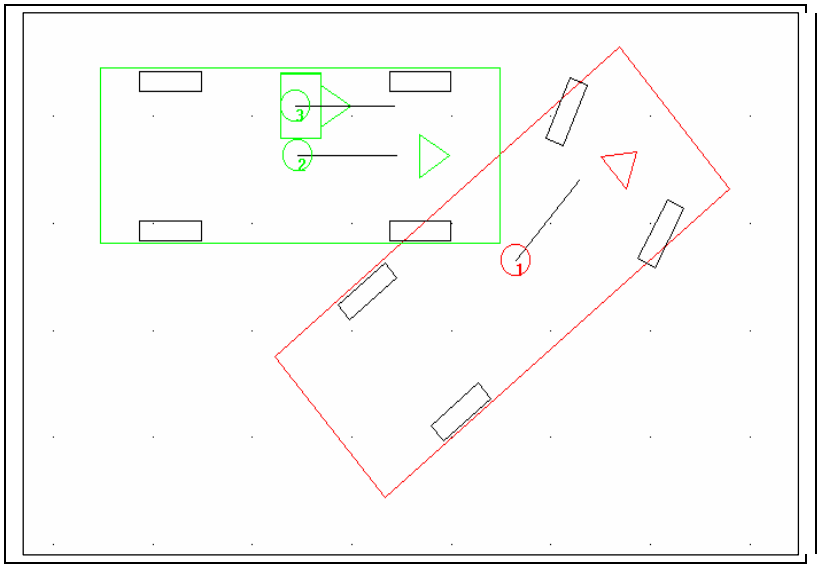
Consultare il capitolo **Modello Multibody** per ulteriori informazioni sull'utilizzo dei sistemi Multibody.

Modelli di passeggero

Modello "Passeggero"

Il passeggero viene considerato come un blocco semplice. È utile per determinare la direzione del passeggero in relazione al veicolo durante un urto.

Utilizzare **File - Importa – Veicolo Personalizzato** per aprire il file Passenger.dat. Spostare il passeggero nella posizione corretta usando lo strumento Carro Attrezzi . La velocità iniziale del veicolo viene automaticamente assegnata al passeggero. Tale valore si può controllare nella finestra di dialogo Posizione e Velocità.



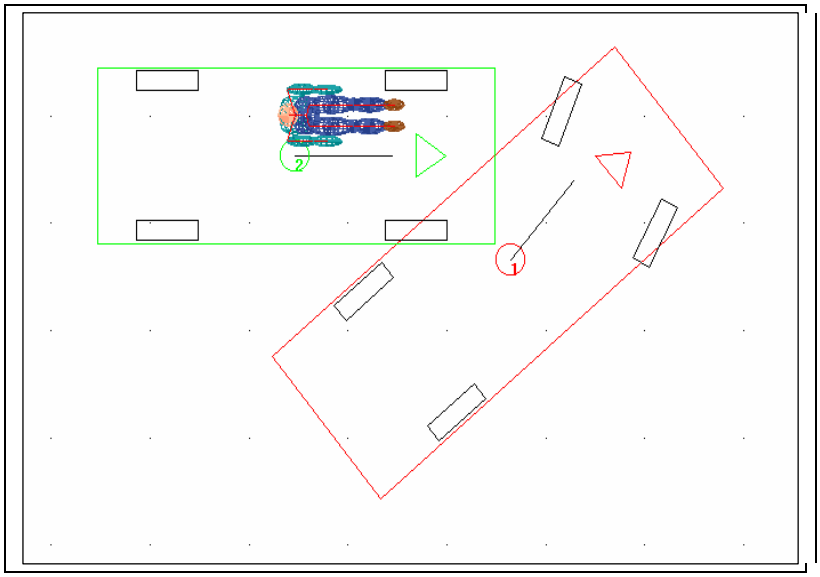
In una simulazione il passeggero segue il movimento del veicolo durante le condizioni normali di guida. Tuttavia, nel caso di una collisione o qualsiasi evento in cui l'accelerazione del veicolo superi 2g, il passeggero di muove in una determinata direzione rispetto al veicolo.

Il passeggero non è vincolato dal profilo del veicolo o dalla cintura di sicurezza e quindi può uscire dal veicolo a meno che si definisca un urto (usando **Urto – Simulazione Urto**) tra il passeggero e il veicolo.

Il programma applica una decelerazione passeggero-veicolo relativa fino a 2g per adeguare la velocità del passeggero con quella del veicolo. Questa accelerazione può causare una traiettoria post-urto del passeggero curvilinea, specialmente negli urti con velocità più ridotta. Per tal motivo, questa funzione dovrebbe essere usata soltanto per determinare la direzione del passeggero rispetto al veicolo immediatamente dopo l'urto.

Passeggero Multibody

In un veicolo è possibile inserire uno o più modelli del passeggero multibody. Questo modello è simile al modello multibody del pedone, tranne per la posizione del passeggero che è seduto e permette di calcolare automaticamente gli urti tra le parti del corpo del passeggero multibody e l'interno del veicolo o gli altri passeggeri multibody.



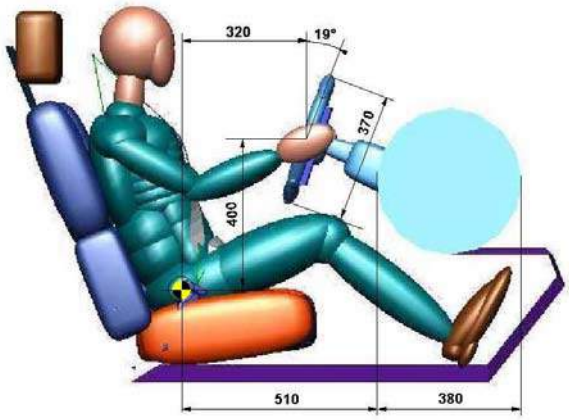
Il modello passeggero multibody non è connesso al veicolo in nessun modo. Quindi il passeggero multibody accelera a 1g verso il basso, a causa della forza di gravità. In questo caso è meglio utilizzare tale modello quando la simulazione inizia esattamente all'urto o appena prima. Un'altra opzione è quella di utilizzare il multibody "Sedile + Passeggero" che include un sedile 3D. PC-Crash fornisce anche altri dispositivi per il passeggero multibody, che includono sedili/sedili posteriori con o senza cintura e anche passeggeri + abitacolo.

Il passeggero Multibody è descritto dettagliatamente nel capitolo **Modello Multibody**.

Passeggero Madymo

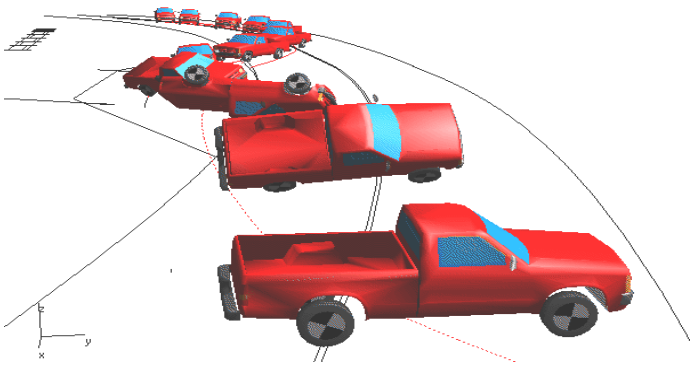
Madymo (MAthematical DYnamic MOdel, Modello Dinamico Matematico) è un passeggero multibody con caratteristiche più avanzate. È il modello di un manichino Hybrid III 50° percentile. Madymo, include un sedile con parametri regolabili, il volante, la cintura per torso e/o addominale, e gli airbag. È

possibile utilizzare soltanto un passeggero Madymo alla volta (conducente o passeggero a destra).



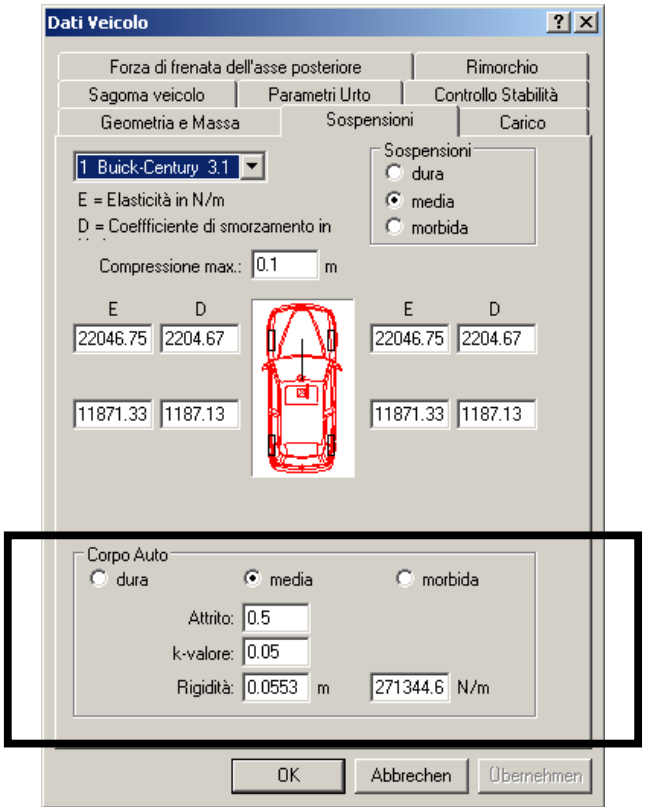
Il modello opzionale Madymo è descritto dettagliatamente nel capitolo **Modello Passeggero Madymo**.

Ribaltamenti



Il modello del ribaltamento si basa sul calcolo delle forze di contatto tra il corpo del veicolo ed il suolo. Si utilizzano diversi ellissoidi di contatto per rappresentare la forma del veicolo. La geometria di questi ellissoidi è basata sul tipo di veicolo specificato nel menu **Veicolo - Impostazioni Veicolo**. Fare riferimento al **Manuale Tecnico** per ulteriori chiarimenti.

I valori per l'attrito, la restituzione e la rigidezza del corpo ellissoidale che si ribalta sono definiti nel campo Carrozzeria in **Proprietà Sospensione** all'interno di **Impostazioni Veicolo**.



I cambiamenti di velocità del veicolo e le accelerazioni che risultano dagli urti del veicolo col suolo possono essere visualizzati nella finestra Diagrammi , usando **Opzioni - Diagrammi – Diagrammi – Segnali Sensore.**

Quando si attiva **Individua Ribaltamento** nel menu **Dinamica** (condizione predefinita), le forze di contatto corpo veicolo – terreno vengono prese in considerazione quando il veicolo si ribalta. Se l'opzione non è attivata il veicolo capovolto scivola sulla superficie stradale senza che vengano rilevati urti.

Nota: *quando si lavora su una superficie stradale 3D fatta di diversi poligoni di pendenza, la funzione Individuazione Ribaltamento aumenta significativamente il tempo dei calcoli. In questi casi, disattivare Individuazione Ribaltamento, avviare la simulazione fino a quando il veicolo raggiunge il punto del ribaltamento, fermare la simulazione manualmente e attivare Individuazione Ribaltamento portando a compimento la simulazione. Si può lasciare attivato Individuazione Ribaltamento se non ci sono ribaltamenti.*

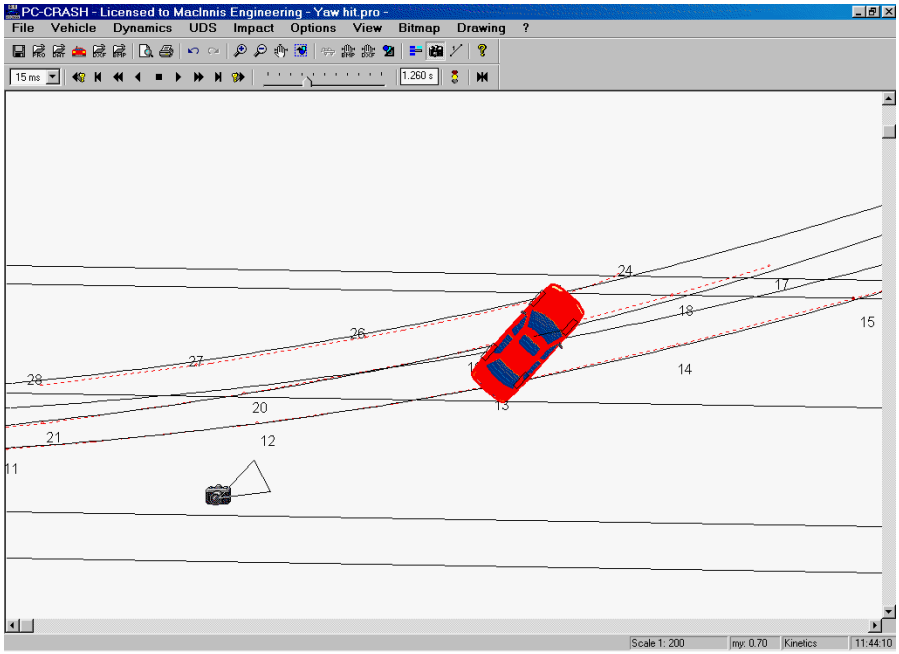
Gli urti tra corpo e terreno sono calcolati nel punto in cui la tangente della superficie ellissoidale del corpo è parallela ed in contatto col terreno. Se questo non avviene non sarà individuato un punto d'urto e non verrà calcolato alcun contatto. Tale situazione si può verificare se la tangente all'ellissoide del veicolo è oltre il margine del piano di contatto come quando un veicolo scivola lungo un dirupo a bassa velocità in maniera da avere un contattocol sottoscocca. In questo caso la soluzione migliore è aggiungere uno o più piani inclinati per estendere i margini del piano del terreno ad un angolo che sia parallelo e in contatto con la parte desiderata dell'ellissoide.

Vista 3D e Animazioni

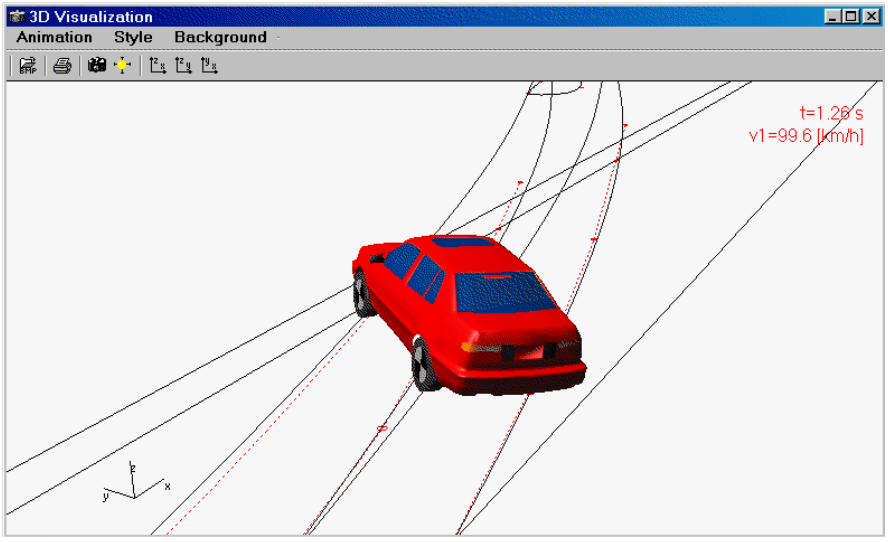
PC-Crash 3D dispone di una finestra per la vista tridimensionale, utile per osservare l'incidente da qualsiasi posizione e per fare animazioni della simulazione.

Vista 3D

Il punto di osservazione viene selezionato attivando **Opzioni- Posizione videocamera** . Apparirà una videocamera sullo schermo. Tenendo premuto il tasto sinistro del mouse e muovendo il puntatore, il punto di osservazione potrà essere spostato e ruotato. Se la videocamera non è visibile nell'area di disegno, basterà cliccare una sola volta (il tasto sinistro) nel punto desiderato. Per cambiare la direzione di osservazione è necessario cliccare all'interno del cono visivo della videocamera e ruotarlo.



Selezionando l'opzione **Opzioni – Vista 3D** (tasto F9) viene mostrata la finestra Visualizzazione 3D. Questa finestra può essere aperta anche con un doppio click sul simbolo della videocamera.



Utilizzando l'opzione **Camera – Preferenze videocamera** , nella finestra Visualizzazione 3D, si aprirà la finestra di dialogo Impostazioni videocamera che permette di cambiarne la posizione verticale e tutti i parametri relativi.

Per cambiare dinamicamente la visualizzazione nella finestra 3D, procedere come segue:

- **Muovere la videocamera** - Tener premuto il tasto sinistro del mouse e muovere il puntatore nella finestra 3D.
- **Ruotare la videocamera** – Tener premuto il tasto SHIFT e il pulsante sinistro del mouse e muovere il puntatore nella finestra 3D.
- **Zoom con la videocamera** – Tenere premuto il tasto CTRL e il pulsante sinistro del mouse e muovere il puntatore su o giù nella finestra 3D per avvicinare o allontanare la videocamera dalla scena.

Costruire Animazioni

PC-Crash 3D permette di creare animazioni video: dopo avere selezionata la prospettiva si utilizza l'opzione **Animazione** nella finestra 3D. Nelle animazioni la videocamera può essere fissa in un punto o mobile, cioè solidale ad uno dei veicoli. Per collocare correttamente la videocamera mobile occore posizionarla al tempo=0. Per scegliere tra camera fissa o mobile, selezionare **Animazione – Salva filmato** nella finestra 3D, quindi **Opzioni – Camera** dopo aver scelto il nome del file dell'animazione.

Dati inseriti e risultati

Stampa

Stampare lo sfondo

È possibile stampare in qualsiasi scala, lo sfondo DXF e/o bitmap della schermata principale, con i veicoli di PC-Crash e le tracce di frenata degli pneumatici,.

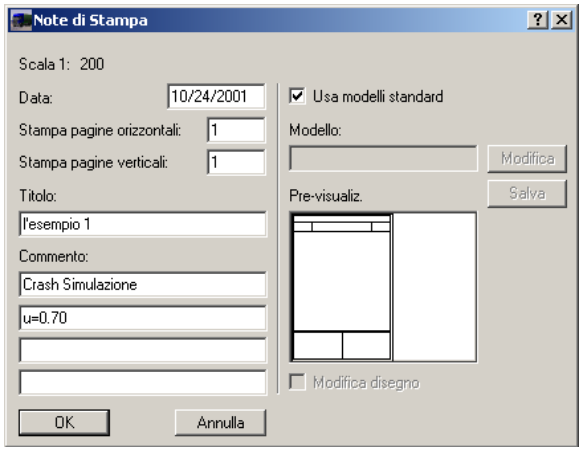
Utilizzare **File – Stampa** per stampare lo sfondo. Per la stampa viene utilizzata la scala mostrata nella barra di stato in fondo alla schermata.

Stampare un rapporto

Alla fine di ogni simulazione è possibile stampare un rapporto che include tutti i parametri necessari per ripetere la simulazione. Scegliere dal menu **File – Stampa Rapporto**. tale rapporto può anche essere visualizzato e stampato nella finestra dei Valori. In entrambi i casi è disponibile l'Anteprima di Stampa.

Stampa Commenti

Scegliere l'opzione **File** – **Stampa Commenti** per aprire una finestra in cui è possibile aggiungere testi di commento per la stampa dello sfondo o del rapporto. In questa finestra può essere cambiato o modificato Il modello di stampa:

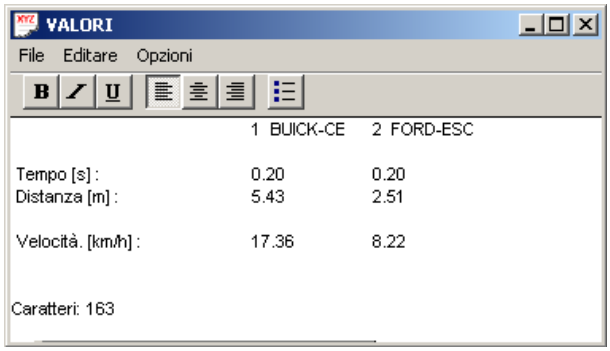


Valori

La finestra Valori serve per visualizzare i valori, ovvero un riassunto delle sequenze, calcolati durante la simulazione.

Aprire la finestra con **Opzioni** - **Valori** (F4).

La configurazione standard in questa finestra mostra il tempo trascorso, la distanza percorsa e la velocità di ogni veicolo in ogni punto selezionato della simulazione.



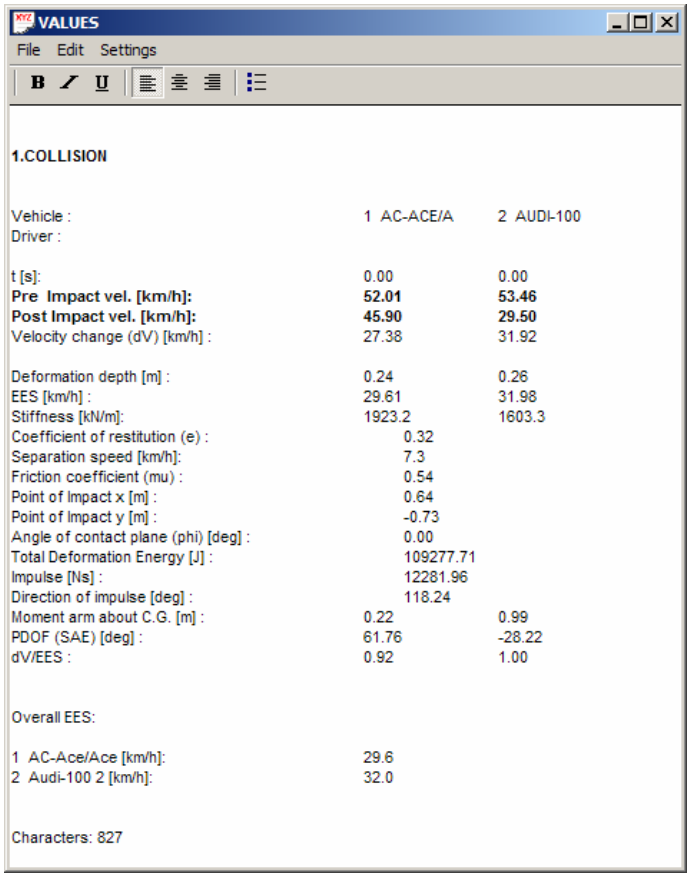
Nel menu **Opzioni** nella finestra **Valori** si possono scegliere altri parametri da un menu a tendina con le seguenti scelte:

- Distanza/Tempo
- Forza normale pneumatico
- Forza laterale pneumatico
- Forza di frenata
- Energia (cinetica)
- Coefficiente d'attrito
- Velocità
- Accelerazione.

È inoltre possibile selezionare la visualizzazione di:

- Sequenze
- Sezioni
- Parametri d'urto
- Dinamica Veicolo
- Rapporto
- Usa Modello
- Impostazioni Rapporto

Ad esempio, selezionando Dinamica Veicolo viene fornita, in modalità testo, la posizione del veicolo, la velocità e la rotazione agli intervalli definiti nella finestra **Ultimo Tratto** delle **Impostazioni Veicolo** . Selezionando Parametri d'Urto vengono visualizzati i valori dell'urto, compreso il Delta V.


VALUES
File Edit Settings
1.COLLISION
Vehicle : 1 AC-ACE/A 2 AUDI-100
Driver :
t [s]: 0.00 0.00
Pre Impact vel. [km/h]: 52.01 53.46
Post Impact vel. [km/h]: 45.90 29.50
Velocity change (dV) [km/h] : 27.38 31.92
Deformation depth [m] : 0.24 0.26
EES [km/h] : 29.61 31.98
Stiffness [kN/m]: 1923.2 1603.3
Coefficient of restitution (e) : 0.32
Separation speed [km/h]: 7.3
Friction coefficient (mu) : 0.54
Point of Impact x [m] : 0.64
Point of Impact y [m] : -0.73
Angle of contact plane (phi) [deg] : 0.00
Total Deformation Energy [J] : 109277.71
Impulse [Ns] : 12281.96
Direction of impulse [deg] : 118.24
Moment arm about C.G. [m] : 0.22 0.99
PDOF (SAE) [deg] : 61.76 -28.22
dV/EES : 0.92 1.00
Overall EES:
1 AC-Ace/Ace [km/h]: 29.6
2 Audi-100 2 [km/h]: 32.0
Characters: 827

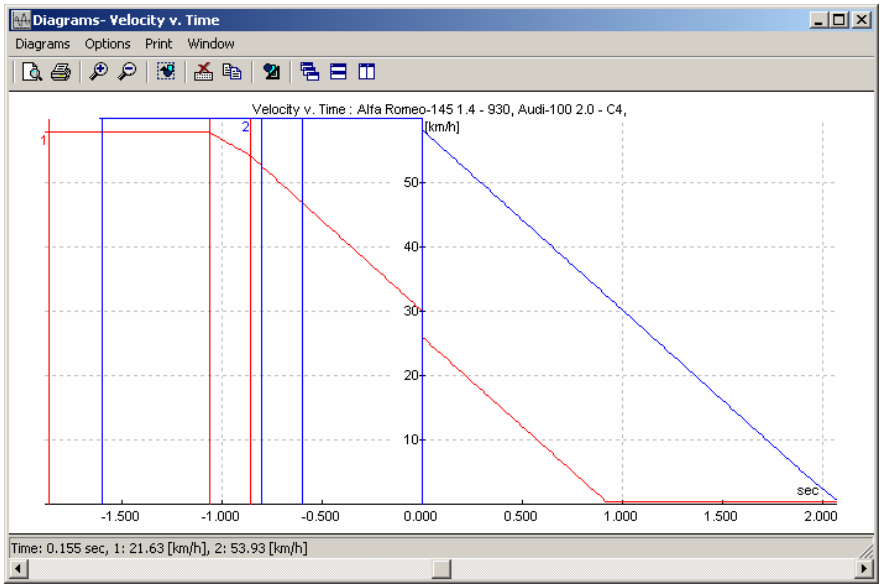
Per visualizzare i parametri del veicolo elencati sotto la linea della lista del menu **Valori** – **Opzioni**, tutte le scelte al di sopra della riga selezionata devono essere disattivate.

La finestra Valori mostra anche il numero totale dei caratteri (spazi inclusi) del rapporto.

Diagrammi

Per visualizzare i Grafici delle variabili, in funzione del tempo o della distanza, selezionare **Opzioni** - **Diagrammi**(F2).

Il diagramma predefinito in PC-Crash è quello distanza-velocità, ma molte altre grandezze fisiche possono essere visualizzate graficamente selezionandoli dall'opzione **Diagrammi** nella finestra Diagrammi.



Per visualizzare più diagrammi allo stesso tempo su diverse finestre, utilizzare dalla finestra Diagrammi l'opzione **Finestra – Apri finestra diagramma.** Tutti i diagrammi si possono stampare col comando Stampa nella finestra Diagrammi. Se sono aperte più finestre dei diagrammi, verranno stampate nella stessa pagina.

Interfaccia programmi di elaborazione testi

Pc-Crash consente di esportare facilmente le informazioni verso programmi di elaborazione testo o fogli elettronici.

Esportare negli Appunti di Windows

La schermata principale può essere copiata selezionando **File – Copia Schermo**. La finestra copiata può essere inserita in un documento utilizzando la funzione Modifica - Incolla o Incolla Speciale.

Qualsiasi finestra attiva di PC-Crash può essere copiata premendo i tasti ALT- STAMP e poi Incolla in un altro documento.

Il testo nella finestra dei Valori o altre finestre di testo possono essere copiate usando il menu **Modifica – Copia** nella finestra valori e selezionando **Copia** dal menu che appare.

Esportare usando File DXF

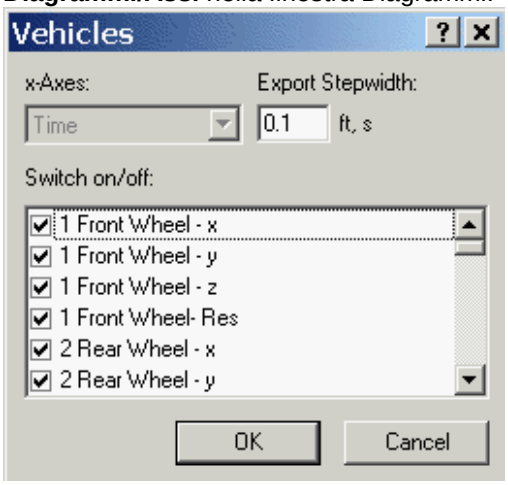
La simulazione nella schermata principale può essere salvata come file DXF. Selezionare **File – Esporta – DXF** dopo aver completato la simulazione. Ciò consente di salvare i contenuti dello schermo (escluso i bitmap), basati sulle impostazioni stabilite in **Opzioni – Opzioni - Impostazioni Schermo** , in un file DXF. Questo file può essere importato in un qualsiasi programma di elaborazione testi o CAD.

Esportando in file DXF immagini realizzate in grafica vettoriale e non bitmap, si hanno due vantaggi: il file richiede una quantità limitata di memoria e la qualità della stampa delle linee in un elaboratore testi è migliore.

Esportare Diagrammi

I diagrammi possono essere esportati in due modi:

- Selezionare la finestra **Diagrammi**, e l'opzione **Diagrammi - Esporta Diagrammi** per salvare le informazioni dei diagrammi come file di testo.
- Selezionare **Opzioni – Copia** (CTRL +C) nella finestra diagrammi che permette di incollare il diagramma sia come immagine che come testo, a seconda dell'opzione che si seleziona con Incolla Speciale nel documento di destinazione. La densità dei dati da esportare si seleziona nella finestra Veicoli, che appare quando si seleziona **Opzioni – Diagrammi/Assi** nella finestra Diagrammi.



Esempio: Carico su rimorchio

Alla velocità di 95km/h (secondo il tachigrafo) il conducente dell'autocarro nota un dispositivo Autovelox ed inizia la frenata su una lunga curva a sinistra. A causa della frenata il carico bloccato da cavi, composto da 9 rotoli metallici in fila, scivola contro la parete frontale dove danneggia i tubi dei freni, causando il blocco delle ruote del semirimorchio e la caduta di due due rotoli. L'autocarro si ferma su un ponte, dopo un'uscita.

1. (a) Caricare Veicoli o (b) definire veicoli

(a) <File> <Importa> <Veicolo Personalizzato...> o e <Apri> i file.

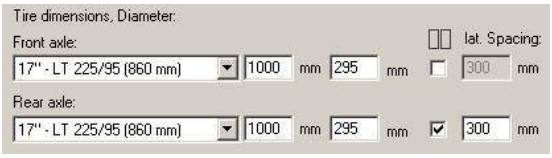
(b) <File> <Importa> <Veicolo Personalizzato...> o e New.dat <Apri>

<Veicolo> <Impostazioni Veicolo...>, "Dati Veicolo" – finestra <Geometria Veicolo>

Nome	Autocarro	semirimorchio
Conducente		
N° assi	2	3
Lunghezza	6 m	13 m
Larghezza	2.5 m	2.5 m
Altezza	1.1 m	1.2 m
Sporgenza frontale	1.2 m	8.5 m
Autocarro – Asse 1	1.9 m	2 m

Autocarro – Asse 2	1.9 m	2 m
Tipo	Autocarro	Semi-rimorchio
Peso	10800 kg	6000 kg
Distanza del C.G. dall'asse	1.9 m	-1.35 m
Altezza C.G.	1.1 m	1.1 m
Momenti di inerzia	*Calcolato autom.*	*calcolato autom.*
ABS		
Interasse1-2	3.8 m	1.3 m
Interasse 2-3		1.3 m

<Veicolo> <Modello pneumatico...>, finestra "Modello pneumatico" <Generale> per l'autocarro Diametro asse anteriore 1000 mm e asse posteriore 1000 mm e ruote doppie con spaziatura lat. di 300mm. Per tutte le ruote specificare 295mm di larghezza.



2. *Rimorchi*

<Veicolo> <Impostazioni veicolo...>, "Dati Veicolo" – finestra <Rimorchio>

Veicolo	autocarro
Rimorchio	Semi- rimorchio
Tipo di rimorchio	*Semi-rimorchio*
Lunghezza del timone	7 m
Sporgenza del gancio	-2 m
Altezza del gancio	1.1 m
Trasferimento della quantità di moto asse x	
Phi 0	0 °
Phi min	0 °
S	5000 Nm/°
S0	0 Nm
Trasferimento della quantità di moto asse y	
Phi 0	0 °
Phi min	15 °
S	5000 Nm/°
S0	0 Nm
Trasferimento della quantità di moto asse z	
Phi 0	0 °
Phi min	0 °
S	0 Nm/°
S0	0 Nm

3. *Proprietà sospensioni*

<Veicolo> <Impostazioni veicolo...>, "Dati Veicolo" – finestra <Proprietà sospensioni> per l'autocarro selezionare Rigido in Proprietà Sospensioni

<Veicolo> <Impostazioni veicolo...>, "Dati Veicolo" – finestra <Geometria veicolo>

Per il semi-rimorchio definire un Peso di 30 000 kg (considerando anche il carico) e poi selezionare Rigido nelle Proprietà sospensioni in "Dati Veicolo"– finestra <Proprietà sospensioni> per il semi-rimorchio. Successivamente riaggiustare il Peso a 6 000 kg.

4. *Veicolo Dxf*

<Veicolo> <Veicolo-DXF...> in "Veicolo-DXF" per il semi-rimorchio selezionare <Nuovo…> e attivare <Modifica disegno>.

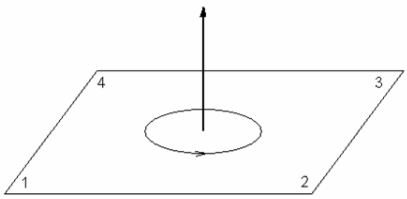
Cancellare il disegno e selezionare (rettangolo). Disegnare un rettangolo sovrapposto alla sagoma e selezionare un colore con Colore e riempire con lo strumento Disegno (cambiare lo stile della linea) per il semi rimorchio. Selezionare il rettangolo e muoverlo usando il menu della finestra Disegno (cliccare sul simbolo di Windows), selezionare <Sposta selezione (3D) ...> e definire 1.2 m per l'asse z nella finestra "Sposta Selezione"

Eseguire la stessa operazione per l'autocarro e definire 1.0 m per l'asse z.

La parete anteriore del semi rimorchio può essere definita usando la finestra Disegno, ad esempio disegnando un rettangolo e selezionando (Cambia oggetto) per inserire le coordinate precise.

	1	2	3	4	
x:	7.15	7.15	7.15	7.15	m
y:	-1.25	-1.25	1.25	1.25	m
z:	1.2	3.2	3.2	1.2	m

Importante: i punti per le aree di contatto devono essere definiti in maniera tale che il vettore normale sia in direzione del contatto.



5. *Definizione sistema Multibody*

Per utilizzare un sistema Multibody è necessario caricare inizialmente il multibody. <File> <Importa> <Veicolo Personalizzato...> o e tipo di file: sistema Multibody (*.mbdef)

(PCCrash80/Multibody/Block.mbdef)

Con <Veicolo> <Sistema Multibody > nella finestra "Sistema Multibody" è possibile modificare il Sistema Multibody. Per modificarlo dalla finestra Sistema Multibody selezionare <Oggetti>.

Nome	Block1
ID Sistema	30000
Geometria	
A	0.65 m
B	0.65 m
C	0.56 m
N	4
Massa	2800 kg
Momenti di inerzia	*calcolati autom.*
Rigidità	400000 N/m
Restituzione	0.1
Attrito- Auto	0.4
Attrito – Terreno	0.5
Colore 1	128/128/128
Colore 2 (diventa rosso al contatto)	192/192/192

In Sistema Multibody - <Oggetti> si possono inserire altri corpi cliccando su <Inserisci>. Per modificarli, seguire le stesse istruzioni sopra elencate. Tale processo può essere eseguito per tutti i 9 gli oggetti. Ad ogni oggetto assegnare un ID Sistema diversa per facilitare la collocazione e l'inserimento di giunti.

Importante: Dopo la definizione degli oggetti bisogna chiudere la finestra Sistema Multibody selezionando <OK> per caricare tutti i dati dell'oggetto.

6. Impostazioni Sistema Multibody

Gli oggetti possono essere modificati singolarmente dal menu "Sistema Multibody", <Impostazioni>. Nella prima finestra si può scegliere se i dati inseriti si applicano ad un oggetto in particolare o a tutti. Per indicare un singolo copro si inseriscono i dati selezionando sistema singolo e sistema attuale. Per indicare tutti i sistemi selezionare <Proprietà Sist.> e attivare contatto veicolo 3D DXF. Se è stato definito per tutti i corpi un ID di Sistema 3xxxx:

Sistema	*Pedone 1*	*Pedone 2*	*Pedone 3*	*Pedone 4*	*Pedone 5*
vxy	95 km/h	95 km/h	95 km/h	95 km/h	95 km/h
PhiVel	0 °	0 °	0 °	0 °	0 °
vz	0 km/h	0 km/h	0 km/h	0 km/h	0 km/h
xmin	-12.3 m	-11.1 m	-9.35 m	-8.17 m	-6.45 m
ymin	-0.65 m	-0.919 m	-0.65 m	-0.919 m	-0.65 m
zmin	1.2 m	1.2 m	1.2 m	1.2 m	1.2 m
Phi	0 °	45 °	0 °	45 °	0 °
Sistema	*Pedone 6*	*Pedone 7*	*Pedone 8*	*Pedone 9*	
vxy	95 km/h	95 km/h	95 km/h	95 km/h	
PhiVel	0 °	0 °	0 °	0 °	
vz	0 km/h	0 km/h	0 km/h	0 km/h	
xmin	-5.3 m	-3.61 m	-2.47 m	-0.75 m	
ymin	-0.919 m	-0.65 m	-0.919 m	-0.65 m	
zmin	1.2 m	1.2 m	1.2 m	1.2 m	
Phi	45 °	0 °	45 °	0 °	

7. Sistema Multibody Ancoraggio

Gli oggetti possono essere legati al semirimorchio usando "Sistema Multibody" – finestra <Ancoraggio>. Selezionare i singoli sistemi nella prima finestra e inserire un giunto a molla/ammortizzatore usando <Inserisci>. Il secondo oggetto di riferimento è il veicolo 2.

Posizione giunto 1	*x*	*y*	*z*	*Posizione giunto 2*	*x*	*y*	*z*
Blocco 1	*0*	*-0.65*	*0.5*	*Veicolo 2*	*-5.1*	*-1.2*	*0.2*
Blocco 1	*0*	*0.65*	*0.5*	*Veicolo 2*	*-5.1*	*1.2*	*0.2*
Blocco 2	*-0.45*	*-0.45*	*0.45*	*Veicolo 2*	*-3.62*	*-1.2*	*0.2*
Blocco 2	*-0.45*	*0.45*	*0.45*	*Veicolo 2*	*-3.62*	*1.2*	*0.2*
Blocco 3	*0*	*-0.5*	*0.5*	*Veicolo 2*	*-2.13*	*-1.2*	*0.2*
Blocco 3	*0*	*0.5*	*0.5*	*Veicolo 2*	*-2.13*	*1.2*	*0.2*
Blocco 4	*0.65*	*-0.65*	*0*	*Veicolo 2*	*-0.73*	*-1.2*	*0.2*
Blocco 4	*0.65*	*-0.65*	*0*	*Veicolo 2*	*-0.73*	*1.2*	*0.2*
Blocco 5	*0*	*0.5*	*0.5*	*Veicolo 2*	*0.74*	*1.2*	*0.2*
Blocco 5	*0*	*-0.5*	*0.5*	*Veicolo 2*	*0.74*	*-1.2*	*0.2*
Blocco 7	*0*	*0.5*	*0.5*	*Veicolo 2*	*3.62*	*1.2*	*0.2*
Blocco 7	*0*	*-0.5*	*0.5*	*Veicolo 2*	*3.62*	*-1.2*	*0.2*
Blocco 8	*-0.45*	*-0.45*	*0.45*	*Veicolo 2*	*5*	*-1.2*	*0.2*
Blocco 8	*0.45*	*0.45*	*0.45*	*Veicolo 2*	*5*	*1.2*	*0.2*
Blocco 9	*0*	*-0.5*	*0.5*	*Veicolo 2*	*6.42*	*-1.2*	*0.2*
Blocco 9	*0*	*0.5*	*0.5*	*Veicolo 2*	*6.42*	*1.2*	*0.2*

Per tutti i sistemi di ancoraggio:

Rigidezza longitudinale.	400000 N/m
Smorzamento	1000 Ns/m
Fmax	11500 N
Tensione	6000 N
Solo Tensione	x

8. Contatti Sistema Multibody

I contatti tra vari sistemi possono essere attivati/disattivati in “Sistema Multibody” – finestra <Contatti>. Attivare i contatti per i singoli sistemi.

9. Sequenze

Le sequenze per i veicolo si possono definire con <Dinamica> <Sequenze>.

Autocarro		**Semi rimorchio**	
Sequenza1	***Dec./St.***	***Sequenza1***	***Dec./St.***
Frenata	x	*Frenata*	x
durata	1.5 s	*durata*	1.5 s
a	4.00 m/s²	*a*	4.00 m/s²
Sterzata	x		
Diametro curva	500 m		
Tempo	0.5 s		
Nome	***Dec./St***	***Nome***	***Dec./St***
Frenata	x	*Frenata*	x
Geometria	1.0 s	*Geometria*	1.0 s
a	4.00 m/s²	*a*	4.00 m/s²
Sterzata	x		
Circonferenza curva	0 m		
Tempo	0.5 s		
Nome	***Decel***	***Nome***	***Decel***
Frenata	x	*Frenata*	x
durata	10 s	*durata*	10 s
a	4.00 m/s²	*a*	7.85 m/s²
		Fattori frenata	500

10. Visualizzazione

Per la visualizzazione e le animazioni video è possibile sovrapporre all’autocarro un disegno Dxf.

<Veicolo> <Veicolo-DXF...> in “Vehicle-DXF“ per l’autocarro selezionare <File…> <Planimetria> <Carica DXF...> e scegliere il file appropriato.

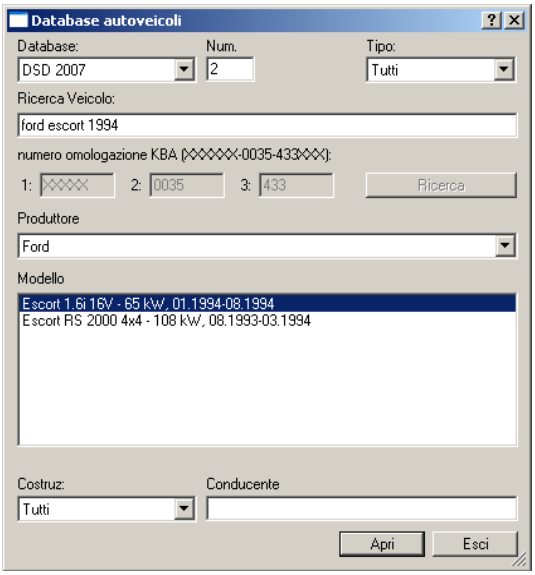
Creare l’interno del veicolo per la simulazione del passeggero

La maggior parte dei modelli di veicoli 3D in PC-Crash non hanno un modello dell’abitacolo. Di conseguenza i movimenti dei passeggeri sono significativi solamente in un breve intervallo di tempo post urto perché mancano i contatti con l’interno della vettura.

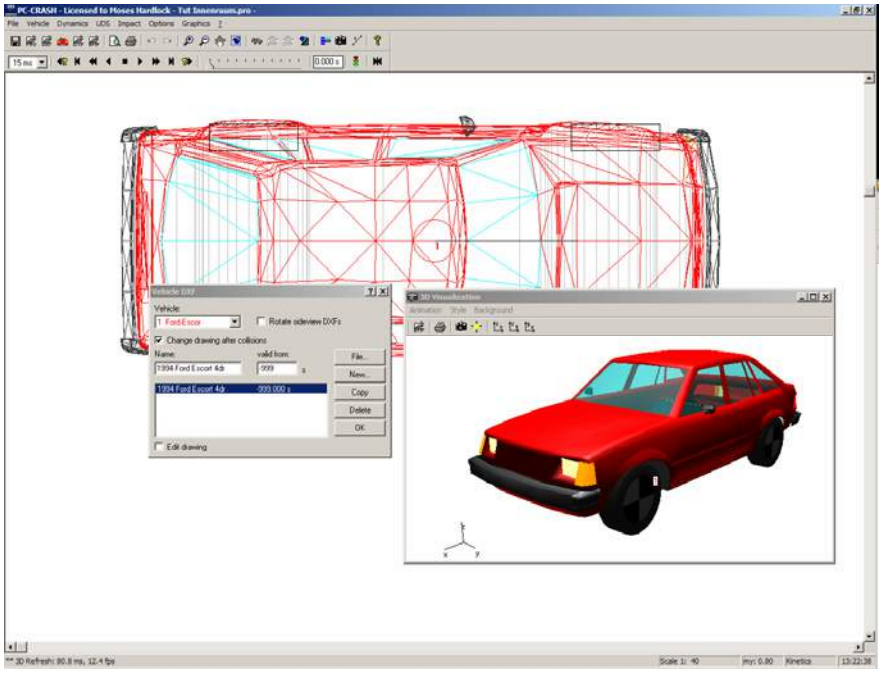
Per fare valutazioni più precise sui movimenti dei passeggeri ed ai meccanismi lesivi è indispensabile la presenza di un profilo del veicolo.

L’esempio che segue mostra come creare un interno del veicolo usando la funzione Estrudi di PC-Crash

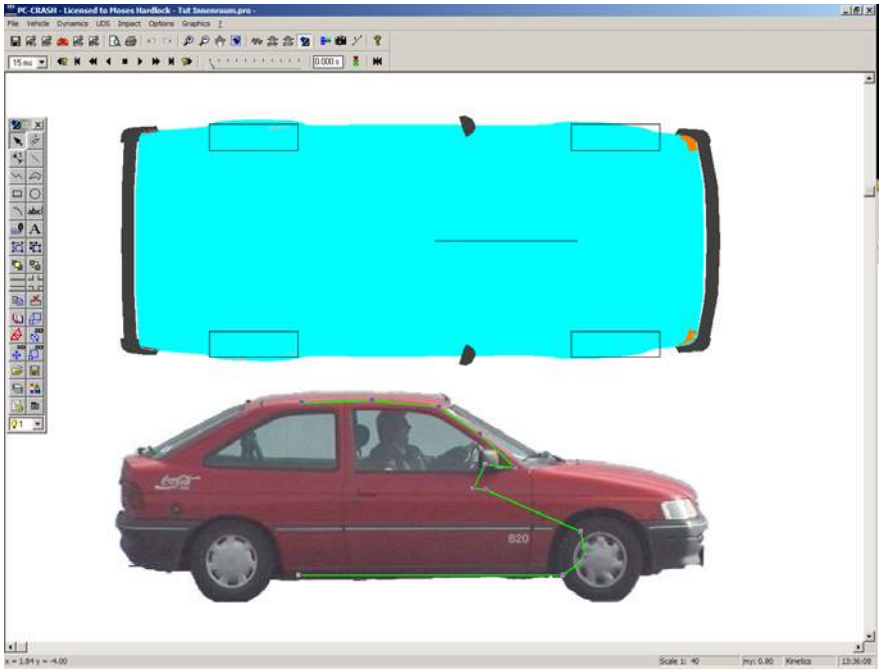
Innanzitutto caricare un veicolo: la *Ford Escort 1.6i – 65KW 1994*, dal database DSD.



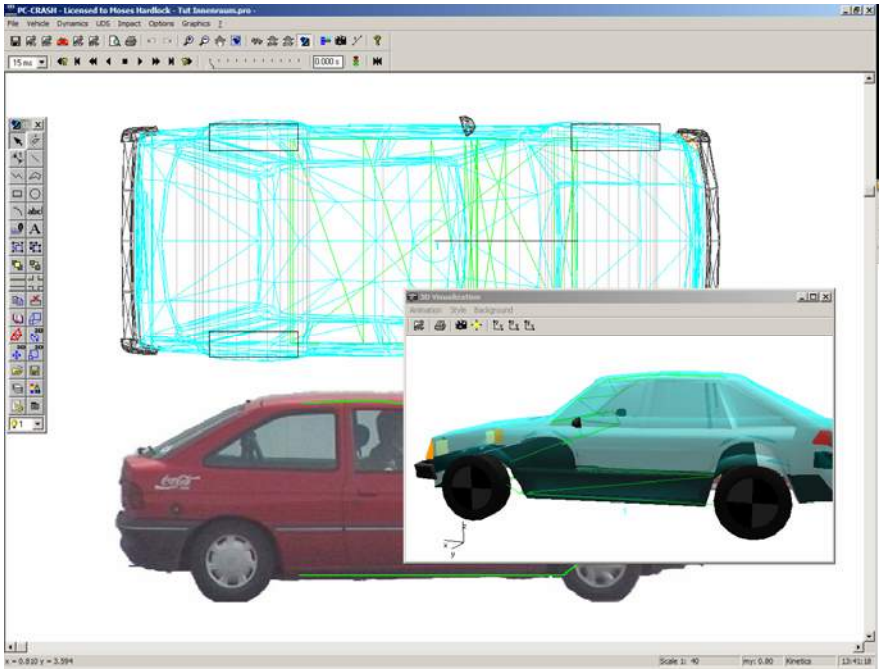
Dopo aver caricato il veicolo, assegnare un modello DXF 3D per la carrozzeria selezionando il commando **<Veicolo> <Veicolo DXF…> <File> <Planimetria> <Carica DXF>** dal menu. Selezionare il file `3DDxf\cars\1994 Ford Escort 4dr.idf` dalla cartella PC-Crash.



Per creare l'interno della vettura si può utilizzare un'immagine bitmap o DXF che mostra la parte laterale del veicolo. In questo esempio si utilizza il bitmap con vista laterale della Ford Escort e si mettere in scala usando la funzione **<Grafica> <Bitmap> <Scala>** inserendo la lunghezza totale del veicolo. Quindi si disegna una linea poligonale sul bitmap definendo approssimativamente l'interno della vettura come mostrato dalla figura seguente.

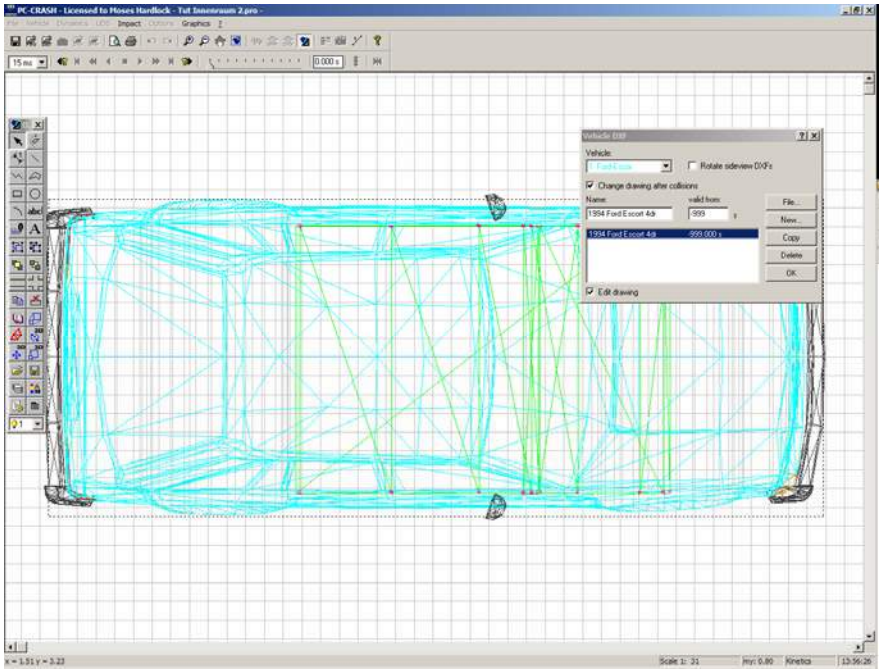


Si può utilizzare l'estrusione per creare un modello 3D da una forma 2D. Per creare un interno 3D dalla linea poligonale appena creata selezionarla e utilizzare il pulsante **Estrudi** per estrudere la linea in direzione z circa della larghezza del veicolo di 4.69 ft. Adesso ruotare l'oggetto estruso di 90° intorno all'asse x per far corrispondere l'orientamento con quello della Ford Escort. Muovere l'oggetto nel veicolo. Utilizzare la finestra 3D per regolare la posizione z dell'interno.



Se l'interno coincide con la vettura utilizzare il pulsante **Salva Oggetto** per salvare l'interno come file *.idf. Il formato *.idf salva le normali alla superficie che saranno poi necessarie per calcolare il contatto del passeggero. I file *.dxf non conservano le normali alla superficie.

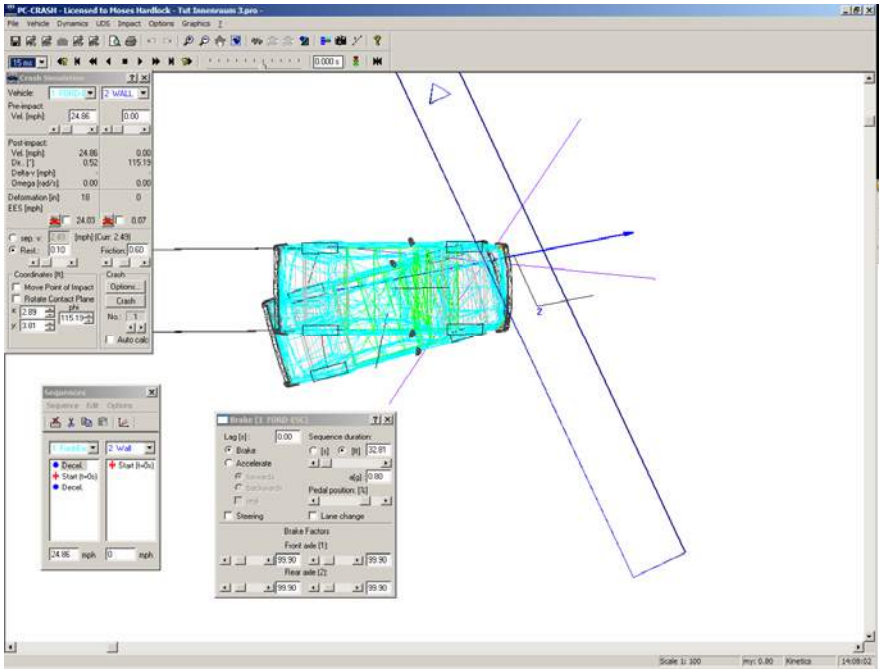
Per assegnare l'abitacolo abbozzato al veicolo bisogna caricarlo come parte del veicolo DXF. Utilizzare il comando **<Veicolo> <Veicolo DXF…>** e poi l'opzione **modifica disegno** per cambiare il veicolo DXF. Usare **Inserisci oggetto** dal programma di disegno per aggiungere l'oggetto dell'interno appena salvato al veicolo. Utilizzare la finestra 3D per verificare di nuovo la posizione dell'interno.



Adesso si puè iniziare la simulazione. Il primo passo conisiste nel simulare l'urto del veicolo. Dopo aver ottenuto risultati soddisfacenti, si può aggiungere il passeggero.

In questo esempio è simulato un urto contro un muro rigido con una velocità d'urto di 24.8 mph e una distanza di frenata di 32.8 ft. Utilizzare la finestra delle sequenze per creare le sequenze necessarie.

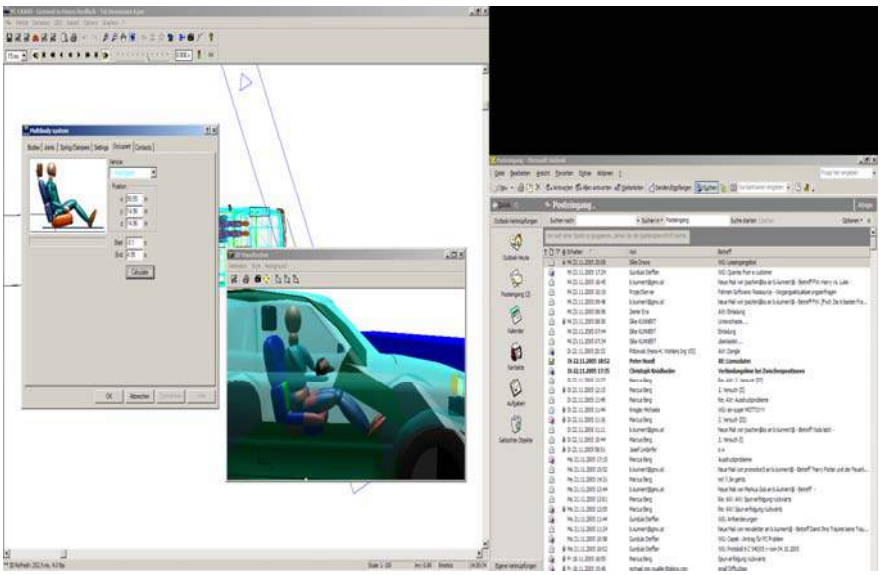
Quindi caricare il muro, `WALL.DAT`, usando il commando **<File> <Importa> <Veicolo Personalizzato…>**. Mettere i due oggetti nella posizione dell'urto e calcolare l'urto usando il comando **<Urto> <Simulazione Urto…>** e i movimenti pre e post urto.



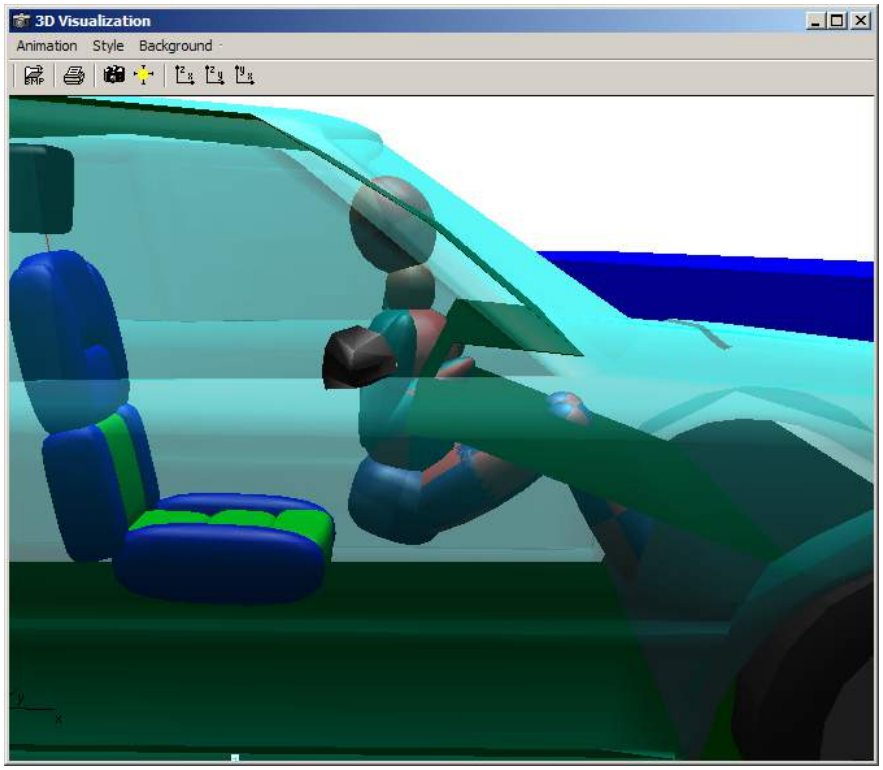
Se la simulazione del movimento post-urto è soddisfacente, procedure con l'inserimento del passeggero. Selezionare il comando **<File> <Importa> <Veicolo personalizzato…>** dal menu per caricare il passeggero multibody `Seat + Occupant 010910.mbdef`. Il passeggero include il sedile senza cinture.

Selezionare il commando **<Veicolo> <Sistema Multibody >** per aprire la finestra multibody. Dalla Finestra **Impostazioni** premere sul pulsante **Proprietà Sist.** e selezionare l'opzione **Contatto auto 3D DXF**. Questa opzione deve essere attivata affinché il sistema Multibody riconosca la carrozzeria della vettura DXF con il suo interno.

Dalla finestra **Passeggero** si può specificare la posizione del sedile. Selezionando il valore 0 sia come tempo iniziale che finale e premendo sul pulsante **Calcola**, si può verificare la posizione del sistema multi-body nella finestra 3D senza eseguire il calcolo. Nessuna parte del sistema deve penetrare nel veicolo.



Specificare quindi il tempo iniziale e finale per la simulazione del passeggero e premere sul pulsante **Calcola**. Adesso si può usare la finestra 3D per guardare il passeggero che urta l'interno della vettura.



Capitolo 3
Descrizione del Menu

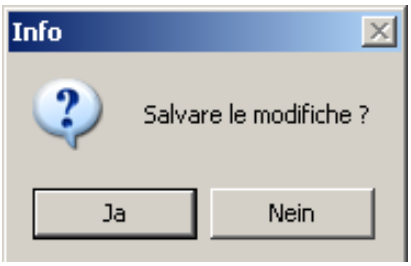
La descrizione del menu è presentata nello stesso ordine in cui le voci appaiono nel programma, da sinistra a destra lungo la barra in alto della schermata principale di PC-Crash.

File

Questo menu serve per caricare, salvare e stampare.

Nuovo

Si utilizza per iniziare un nuovo progetto. Selezionando questa opzione, apparirà la seguente finestra di dialogo. Se si seleziona No, tutti i dati in corso vengono cancellati ed il programma ritorna alla configurazione d'apertura del progetto. Cliccando su Sì il programma si riposiziona nello stato precedente alla selezione di questa opzione del menu, e l'utente può salvare il progetto.



Carica

Apre un progetto salvato precedentemente. Appare una finestra di dialogo nella quale è possibile selezionare il progetto da caricare da qualsiasi cartella selezionata. Dopo aver caricato un progetto, il nome del file viene mostrato nella barra del titolo accanto al nome della licenza.

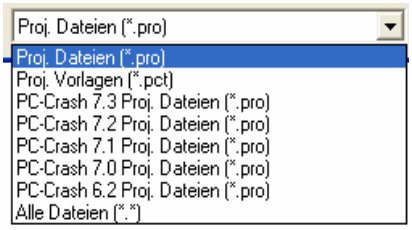
Salva

Salva il progetto attualmente aperto con il nome precedentemente scelto. Se il file non è stato ancora nominato si apre la finestra Salva Progetto e l'utente deve introdurre un nome per il Progetto. La posizione dei veicoli e tutte le impostazioni vengono automaticamente salvate.

Salva con nome

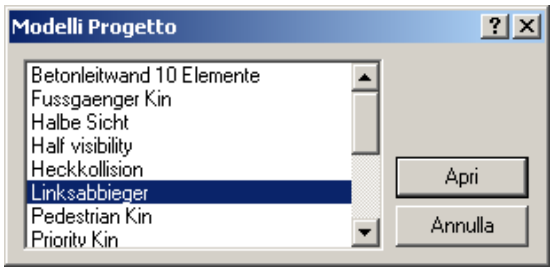
Consente all'utente di cambiare il nome o la cartella di destinazione del progetto da salvare. Durante la fase di salvataggio tutti i dati attivi vengono salvati con il nome (del file) ed il percorso specificato.

E' possibile scegliere la versione di PC-Crash nella quale salvare il file sotto la voce "tipo di file", stabilendo il formato del file del progetto e la versione del programma.


Proj. Dateien (*.pro)
Proj. Dateien (*.pro)
Proj. Vorlagen (*.pct)
PC-Crash 7.3 Proj. Dateien (*.pro)
PC-Crash 7.2 Proj. Dateien (*.pro)
PC-Crash 7.1 Proj. Dateien (*.pro)
PC-Crash 7.0 Proj. Dateien (*.pro)
PC-Crash 6.2 Proj. Dateien (*.pro)
Alle Dateien (*.*)

Procedura guidata

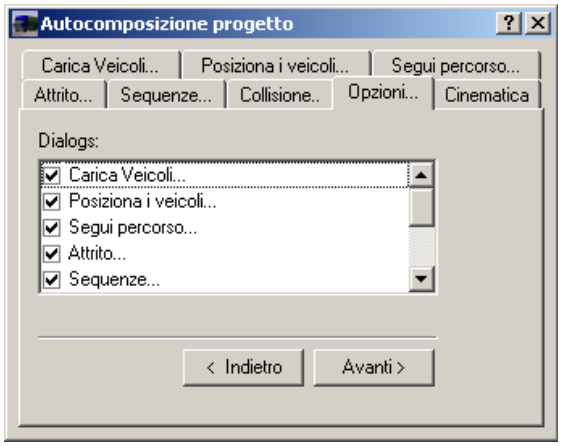
Consente di creare velocemente un nuovo progetto guidando l'utente attraverso le fasi necessarie. Se si seleziona Procedura Guidata per iniziare un nuovo progetto apparirà la seguente finestra di dialogo nella quale si deve selezionare uno dei modelli disponibili.



L'utente può inoltre creare i propri modelli personalizzati. Dopo aver creato un progetto come desiderato, è necessario salvarlo come file "modello di progetto" (*.pct) nella cartella dei modelli di PC_Crash usando **File – Salva con nome**. Per cambiare la cartella dei modelli aprire la finestra **Cartelle** selezionando dal meni **Opzioni – Opzioni…**.

Dopo aver selezionato un modello di progetto, o se si è avviata la Procedura Guidata dopo aver iniziato un progetto, appare la seguente finestra; premendo il pulsante Avanti dopo aver completato ogni azione richiesta, si aprono in ordine logico le finestre per completare il progetto.

La finestra Opzioni all'interno di Procedura Guidata consente all'utente di definire le azioni che da includere nel progetto.



Importa

Scansione

Se al sistema è collegato uno scanner, questa opzione permette di acquisire le immagini direttamente in PC-Crash.

Selezione Scanner

Se ci sono più scanner istallati si può utilizzare questa opzione per selezionare lo scanner desiderato.

Bitmap

Questo strumento permette di importare bitmap delle planimetrie o fotografie (aeree o rettificate con PC-Rect) da utilizzare come scenario della simulazione. Nella maggior parte dei casi è sufficiente una risoluzione del bitmap trai 100 ed i 300 dpi.

PC-Crash è compatibile con i seguenti formati di file grafici:

- Bitmap (*.BMP)
- Encapsulated Postscript (*.EPS)

- Graphics Interchange Format (*.GIF)
- JPEG (*.JPG)
- PCX (*.PCX)
- TIFF (*.TIF).

Nel menu **Bitmap** sono inclusi gli strumenti per mettere in scala, ruotare e muovere il bitmap dopo l'importazione. Sono disponibili ulteriori strumenti per selezionare, ruotare, scalare, muovere e nascondere i bitmap selezionabili dal menu **<Opzioni> <Scala e Spaziatura Griglia…>**:.

Disegno DXF

Con questo strumento si importano file di disegno nei formati DXF e VRML, comunemente utilizzati dalla maggior parte dei programmi di grafica quali AutoCAD, AutiSkech, etc, da utilizzare come sfondo della simulazione.

PC-Crash riconosce i seguenti oggetti DXF:

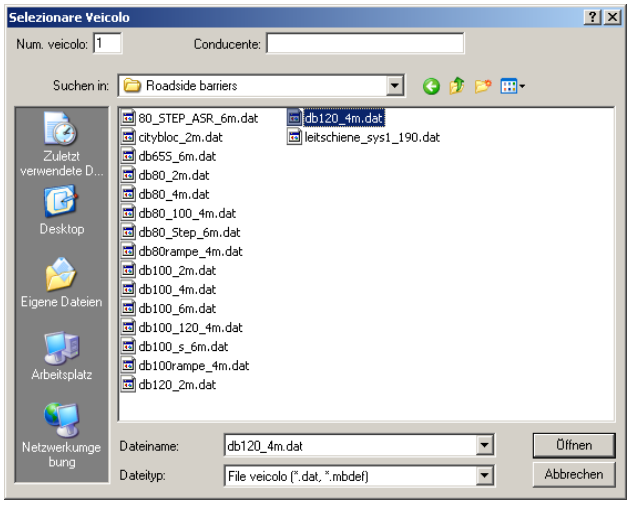
- LINEA
- CERCHIO
- ARCO
- PUNTO
- SOLIDO
- TRACCIA
- TESTO

Le Polilinee vengono trasformate in linee normali. Il programma riconosce solamente i colori elementari, mentre gli altri vengono mostrati in nero. Per questo alcuni oggetti dovranno essere ridisegnati o ricolorati dopo l'importazione. Si consiglia di raggruppare gli oggetti per livello, piuttosto che per blocchi, perché PC-Crash raggruppa gli oggetti sullo stesso livello come un blocco.

PC-Crash PC-Crash importa i disegni in scala metrica; se l'unità di misura è diversa, è necessario cambiarla. Gli strumenti per mettere in scala, ruotare muovere e modificare l'immagine importata sono nel menu **Disegno**.

Veicolo Personalizzato

Permette di caricare veicoli personalizzati (non inclusi nel database), i pedoni Multibody ed i veicoli a due ruote (inclusi nella sotto cartella Multibody). Alcuni veicoli personalizzati sono contenuti nella cartella di installazione di PC-Crash.



Esporta

Bitmap

Salva i file bitmap modificati con PC-Crash.

Esportare un Disegno DXF

Questo comando salva file DXF creati o modificati in PC-Crash. Oltre ai componenti del disegno, vengono salvate nel file DXF tutte le posizioni del veicolo che appaiono sullo schermo, assieme alle tracce degli pneumatici. Se non si vogliono salvare alcune parti del disegno, esse devono essere deselezionate nella finestra di dialogo **Impostazioni di Visualizzazione** .

Veicolo Personalizzato

Serve per salvare in PC-Crash veicoli creati o modificati. I file dei dati del veicolo sono file ASCII. Possono essere creati o modificati con qualsiasi elaboratore di testi. Tuttavia, è più semplice caricare un veicolo esistente, modificarlo nella finestra *Geometria veicolo* e, poi, salvarlo con il nome desiderato nella finestra Seleziona veicolo.

Stampa (CTRL + P)

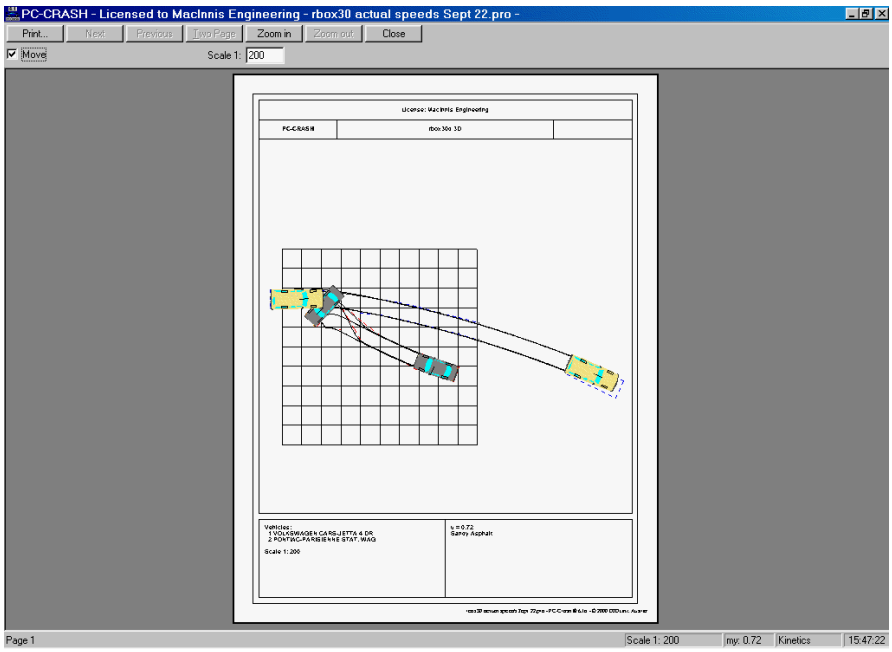
Lo strumento stampa consente di stampare un disegno in scala dalla schermata principale. Si può accedere ai parametri di stampa con il comando **Opzioni – Impostazioni di Visualizzazione** che mostra i parametri di stampa che è possibile modificare.

La scala della stampa sarà la stessa della schermata principale, indicata nella barra di stato. Per cambiarla utilizzare lo strumento Ingrandisci o Riduci oppure l'opzione **Grafica – Scala & Spaziatura griglia**. Selezionando **Anteprima di Stampa** la scala e la posizione della stampa possono essere modificate per adattare il disegno alla pagina (vedere paragrafo seguente).

Si possono aggiungere commenti alla stampa utilizzando l'opzione **File – Stampa commenti / Modello**.

Anteprima di Stampa (F10)

Dopo aver selezionato questa opzione, verrà mostrata un'anteprima di stampa.



Utilizzare Muovi e Scala sulla barra superiore della finestra Anteprima di Stampa per sfruttare pienamente lo spazio disponibile nella pagina senza cambiare l'immagine nella schermata principale.

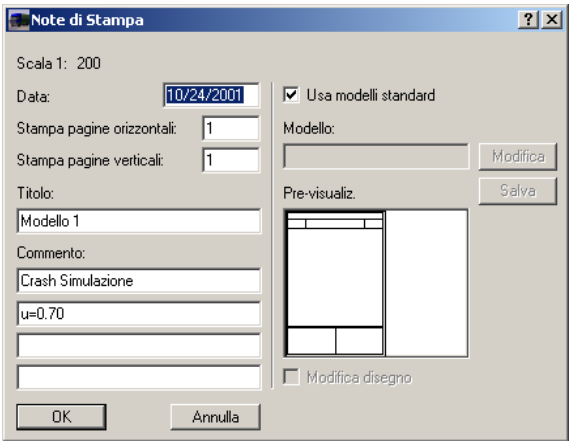
Selezionando **Stampa** da questa finestra il file va direttamente alla stampante.

Stampa Dati / Modelli

Consente di aggiungere dei commenti su ogni stampa; tali commenti sono salvati e possono essere modificati in qualsiasi momento.

La data può essere modificata o cancellata, il testo della prima riga viene stampato come titolo della pagina e viene mostrata la scala di stampa.

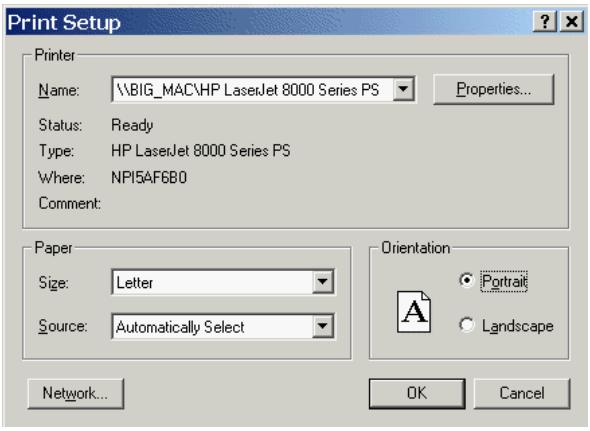
E' ossibile inoltre creare un layout di stampa personalizzato: selezionare Modifica Disegno per modificare il modello con gli strumenti di disegno, il modello modificato può essere salvato come file nella cartella desiderata usando il pulsante Salva. Il modello modificato può essere aperto disattivando l'opzione Usa modello Standard, premendo il pulsante Cambia e selezionando il percorso appropriato.



Usando Pagine Orizzontali e Pagine Verticali, si può stampare la schermata principale su differenti pagine che possono essere successivamente affiancate per fare un disegno in scala più grande.

Imposta Stampante

Questo comando consente di cambiare le proprietà della stampante, il formato del foglio e l'orientamento. Appare la seguente finestra di dialogo di Windows:



Si veda paragrafo su Stampa Dati/Modelli per la stampa su più pagine.

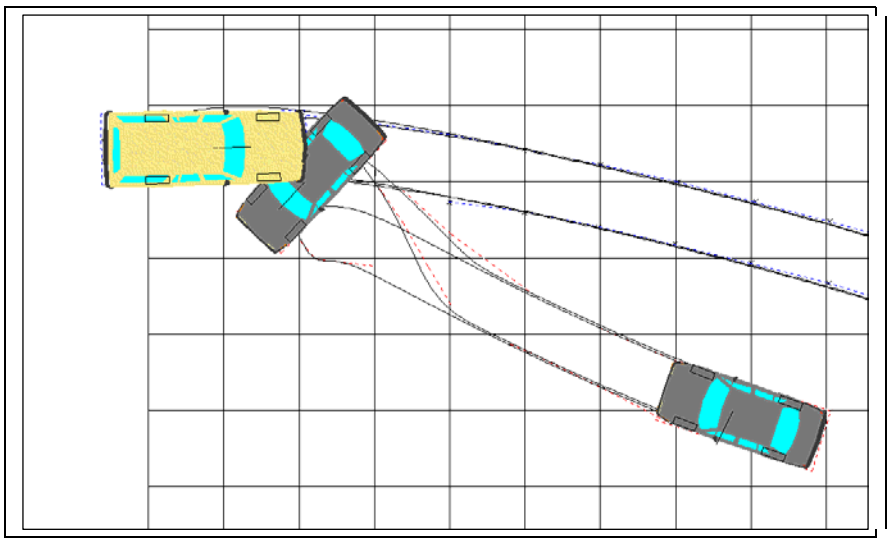
Stampa Schermo (F12)

Con questa opzione si stampa una copia della schermata in scala 1:1. La stampa viene mostrata sullo schermo nella forma *anteprima di stampa*.

Nota: *questa opzione può essere attivata soltanto se i contenuti dello schermo sono stati copiati prima nel clipboard, utilizzando il tasto* STAMP *o l'opzione* ***Copia schermata****. Il tasto* STAMP *copia tutta la schermata compresa la barra del titolo mentre* ***Copia Schermata*** *copia soltanto la finestra principale (vedere paragrafo successivo).*

Copia Schermo (CTRL C)

Copia negli Appunti di Windows il contenuto della finestra principale, per poterlo incollare in altri programmi oppure per la stampa (vedere paragrafo precedente).



L'immagine nella figura sopra è stata copiata negli appunti utilizzando **Copia Schermo** e incollata in questo manuale usando Modifica – Incolla. La cornice è stata aggiunta successivamente,

Stampa Rapporto

Dopo un'anteprima di stampa, viene stampato un rapporto di tutti i valori immessi ed i risultati del progetto attuale di PC-Crash. La stampa del rapporto è disponibile anche nella finestra Valori (selezionare **Opzioni - Valori - Impostazioni - Rapporto**, dove è disponibile anche un'anteprima di stampa). Il contenuto del rapporto si può cambiare con **Opzioni – Valori – Impostazioni – Impostazioni Rapporto**.

Progetti recenti

Alla fine del menu **File** sono elencati e possono essere selezionati direttamente dalla lista gli ultimi 4 progetti caricati.

Esci

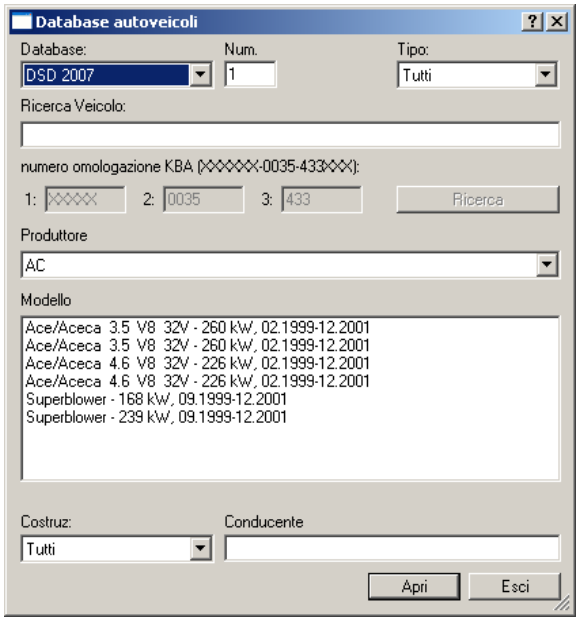
Chiude PC-Crash.

Veicolo

Questo menu serve per caricare, salvare e modificare veicoli.

Database Veicoli

Per caricare i veicoli contenuti nei database si apre la finestra di dialogo che contiene i seguenti campi:



Database

Permette di selezionare il database desiderato. Se tutti i database sono nella stessa cartella, e sono stati selezionati con **Opzioni - Opzioni – Cartelle – Database Veicoli,** allora ciascuno può essere selezionato dall'elenco a tendina.

Attualmente sono forniti i seguenti database:

- Specs (Stati Uniti)
- ADAC (Europeo)
- Vyskocil (Europeo)
- DSD (Europeo e Giapponese)
- KBA (Dipartimento Trasporti Tedesco)

Per ulteriori informazioni su come impostare i database veicoli consultare il capitolo **"Utilizzare PC-Crash"**.

N° Veicolo:

Nella finestra è indicato il numero di identificazione del veicolo caricato; man mano che i veicoli vengono aggiunti al progetto il proramma assegna loro nu meri crescenti. I veicoli caricati possono essere sostituiti (o ronumerati) cambiando in questo campo il numero del veicolo con quello del veicolo da sostituire.

Tipo (disponibile solo per Database DSD)

Vengono mostrati soltanto i veicoli del tipo selezionato. È possibile scegliere tra:

- Autovetture
- Autocarri
- Rimorchi
- Autobus
- Ciclomotori

Il comando *Tutti* mostra tutti i veicoli del database indipendentemente dal tipo. Dopo aver cambiato il tipo di veicolo la lista delle case costruttrici viene aggiornata.

Ricerca Veicolo

Inserendo il nome del Costruttore del veicolo nel campo Ricerca Veicolo, esso appartirà nell'elenco Produttore e, in quello Modello sarà possibile selezionare il veicolo di interesse. Nel capo Ricerca Veicolo è anche possibile cercare direttamente il veicolo indicando per primo l'anno di costruzione (YY o YYYY, es. 99 o 1999) o la casa costruttrice (che deve comunque essere sempre inserita). Anno e costruttore devono essere separati da un spazio, e per effettuare la ricerca bisogna premere il tasto TAB. Non ci sono differenze tra l'utilizzo di maiuscole e minuscole.

Parole da cercare: [(costruito nel YY o YYYY)] (costruttore) [(criterio di ricerca)]

Es. 96 bmw 520; 1991 MERCEDES 190; peugeot 40 (mostra tutti i veicoli con X40 kW e le serie 40X).

Numero omologazione KBA (XXXXXX-0000-000XXX)

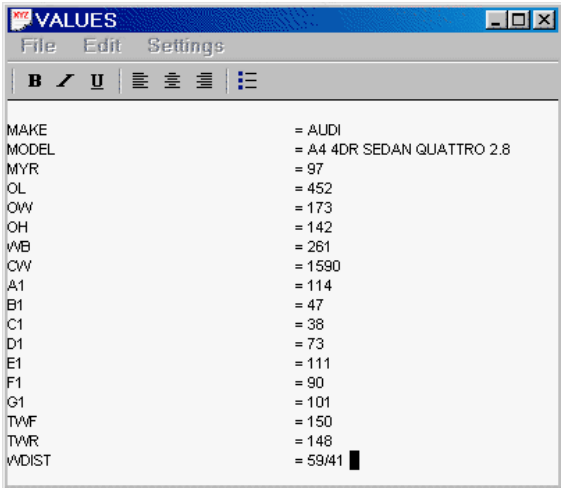
È possibile effettuare una ricerca del veicolo dal campo KBA (Costruttore: primi 4 numeri, Tipo: digitare da 5 a 7). I campi di ricerca KBA sono attivi soltanto se è stato caricato il database KBA xxxx.

Costruttore

I Costruttori dei veicoli disponibili nel database vengono mostrati nell' elenco a tendina Produttore. Cliccando una volta sul Costruttore desiderato, vengono mostrati nell'l campo sottostante tutti i modelli di veicoli disponibili nel database.

Modello

Cliccando una volta sul veicolo desiderato, si apre una finestra coi dettagli del modello. A prescindere dall'unità di misura selezionata nella finestra Impostazioni Predefinite (metriche o anglosassoni), le dimensioni in questa finestra appaiono in metri e kilogrammi, come mostra la figura seguente. Dopo aver caricato il veicolo, tuttavia, le unità di misura saranno automaticamente convertite a seconda delle impostazioni scelte in **Opzioni – Opzioni – Impostazioni Predefinite**.



Anno (disponibile solo per i database DSD)

L'utente può specificare l'anno di produzione. Una volta selezionato l'anno, nell'elenco veicoli verranno visualizzati soltanto quelli costruiti in nel periodo indicato.

Conducente

L'inserimento del nome del conducente è facoltativo; se inserito questo verrà indicato, insieme al costruttore ed al modello del veicolo, nel rapporto.

Carica

Selezionando il pulsante Carica (o cliccando due volte sul nome del modello del veicolo) viene caricato il veicolo in PC-Crash.

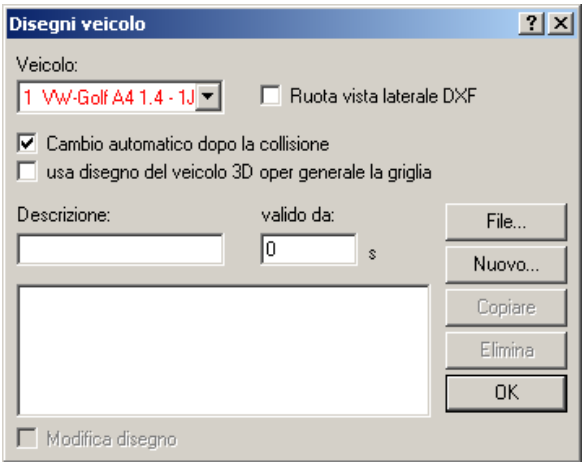
Chiudi

Chiude la finestra di dialogo dopo il caricamento del veicolo.

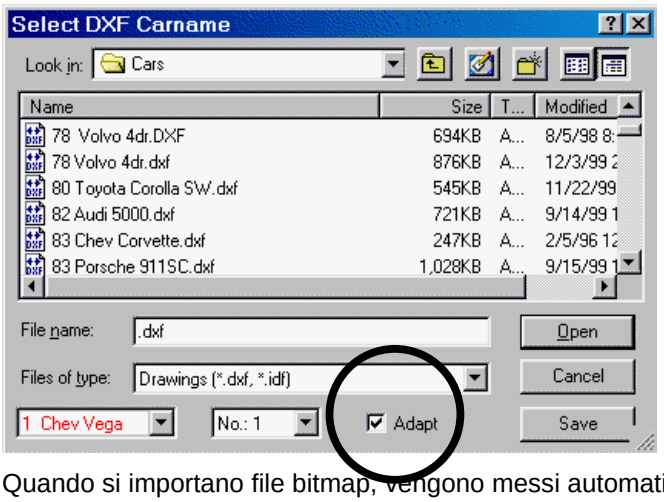
Veicoli: Disegni Veicolo

Questa funzione permette di inserire nella simulazione profili DXF 2D o 3D o bitmap 2D del veicolo.

É possibile usare i profili dei veicoli forniti dal programma o i propri. Entrambi i profili 2D e 3D sono mostrati sulla schermata principale di PC-Crash, ma soltanto i profili 3D sono mostrati nella finestra 3D.



Per mettere in scala l'immagine del veicolo importata, PC-Crash presuppone che il disegno sia in unità metriche. Tuttavia, è possibile selezionare ☑ Adatta per adattare i disegni alla lunghezza reale del veicolo, dopo aver selezionato File – Carica DXF nella finestra Veicolo DXF.



Quando si importano file bitmap, vengono messi automaticamente in scala in base alla lunghezza del veicolo.

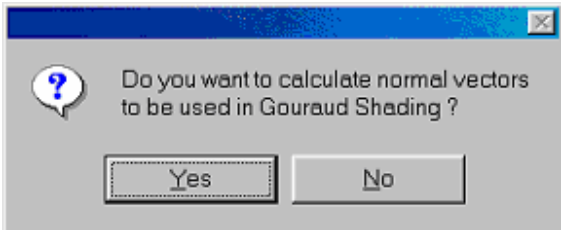
I file dei profili dei veicoli devono essere in formato DXF, IDF o VRML (*.WRL), con la parte anteriore del veicolo in direzione dell'asse x positiva. Il formato DXF (Data eXchange Format) è quello comunemente utilizzato dalla maggior parte dei programmi CAD per lo scambio di disegni vettoriali. I file IDF sono simili ai file DXF, ma utilizzati solo in PC-Crash. I file IDF hanno due vantaggi rispetto ai file DXF:

- I file IDF sono più piccoli dei DXF;
- I file IDF possono contenere informazioni sul vettore normale che rendono più uniforme la forma dei veicoli quando si seleziona Sfumatura Gouraud nella finestra 3D. Un file IDF che contiene informazioni sul vettore normale può essere importato molto più rapidamente di un file DXF, perché non è necessario calcolare vettori normali.

Il formato VRML è stato inizialmente progettato come linguaggio di descrizione testuale orientato all'oggetto per la visualizzazione virtuale in tempo reale nei browser della rete. Per questa ragione tale formato contiene informazioni sui modelli 3D, l'illuminazione e l'animazione. Il formato VRML risulta anche utile per lo scambio di modelli 3D tra diversi programmi.

I profili dei veicoli 3D forniti da PC-Crash sono in formato IDF, con i vettori normali già calcolati. Se l'utente desidera salvare un veicolo DXF importato da terzi come file IDF o VRML, è necessario eseguire le seguenti operazioni:

1. Usando **Veicolo – Veicolo DXF - File – Planimetria – Carica DXF - Apri**, importare il file e collegarlo ad un veicolo in PC-Crash. Se si seleziona "Sì" nella finestra seguente, i vettori normali verranno calcolati e il profilo del veicolo sarà più uniforme quando verrò attivata l'opzione Sfumatura Gouraud nella Finestra 3D.



2. Usando **Veicolo – Veicolo DXF - File – Planimetria– Carica DXF - Salva**, esportare il file come IDF o VRML. Quando si importa tale file IDF o VRML, non ci sarà nessun ritardo sul tempo di calcolo dei vettori normali.

Al contrario, se l'utente desidera salvare un file IDF come DXF (ad esempio per importarlo in un programma CAD), è necessario importare il file IDF in PC-Crash e poi esportarlo come DXF selezionando il tipo di file DXF in fase di esportazione.

Modifica profili dei veicoli 3D acquistati da terzi per l'utilizzo in PC-Crash

I file dei veicoli 3D acquistati da terzi devono solitamente essere modificati con un programma CAD per essere utilizzati con PC-Crash. Seguono le istruzioni per modificare tali file utilizzando il programma AutoCAD:

1. **Importare** il file in AutoCAD.
2. Usare il comando **Esplodi** e selezionare **Tutto** per esplodere tutte le reti e i blocchi.
3. Usare il comando **Scala** e selezionare **Tutto**, poi scegliere **0, 0, 0** e inserire il fattore di scala (es. **0.3048** per convertire da piedi a metri).
4. Stabilire l'altezza **h** del punto **0, 0, 0** dal punto inferiore degli pneumatici. Usare il comando **Muovi** e selezionare **Tutto** per muovere **0, +h, 0.** (es Viewpoint Engineering usa **0, 0, 0** per il centro del veicolo, che deve essere a livello del terreno per essere utilizzato in PC-Crash).
5. Usare il comando **Ruota3D**, selezionare **Tutto**, scegliere **asse X** e **0, 0, 0** poi inserire **+90°**.
6. Usare il comando **Ruota3D**, selezionare **Tutto**, scegliere **asse Z** e **0, 0, 0** poi inserire **+90°**.
7. Usare **Proprietà** e selezionare Tutto per cambiare il colore del veicolo da 'Per-Livello' a un colore specifico inserendone il numero, come **#1** per il **Rosso**. Poi colorare le singole parti come segue, utilizzando **Proprietà**:

Vetri	colore **151**	(Blu trasparente di Windows)
Paraurti	colore **253**	(Grigio per I Paraurti)
Fanali	colore **50**	(Giallo chiaro per i fanali)

Fanale di stop colore **20** (Rosso per il fanale di stop che diventa rosso accesso in fase di frenata)
Indicatore di direzione colore **40** (Arancione)
Griglie colore **131** (Blu acciaio per Griglie/Cromature).
Pneumatici colore **7** (Nero per gli pneumatici)
Cerchioni colore **9** (Grigio per i cerchioni)

Gli pneumatici e i cerchioni di solito vanno cancellati, dato che PC-Crash ha già pneumatici e ruote.

8. Dal menu **File – Strumenti Disegno** selezionare **Elimina - Tutto** per cancellare blocchi e livelli inutilizzati
9. **Salva** e **Esporta** file DXF per utilizzarlo in PC-Crash.
10. Se qualche poligono della superficie del veicolo ha i lati rivolti verso l'interno invece dell'esterno, osservando il veicolo nella finestra 3D di PC-Crash appariranno dei buchi triangolari nella carrozzeria. Per ovviare a questo problema, è necessario ridisegnare i poligoni. Importare nuovamente il file DXF in AutoCAD, cancellare tali poligoni, e ridisegnarli in direzione antioraria (guardando dall'esterno).

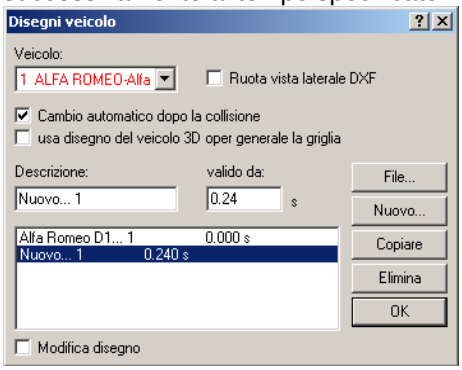
Creare la deformazione usando diversi profili del veicolo

Per mostrare la deformazione del veicolo, in visualizzazione 2D o 3D, in un determinato istante della simulazione si può operare in due modi: importando forme di veicoli danneggiati o utilizzando lo strumento Deforma Disegno in PC-Crash

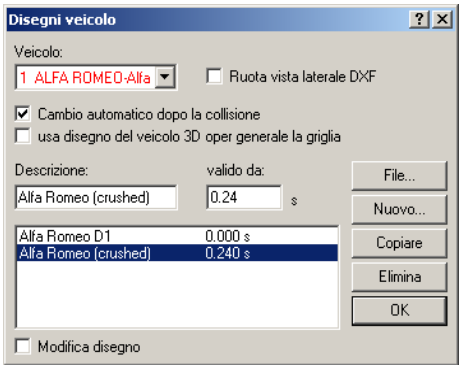
Importare Profili di Veicoli danneggiati

È possibile associare ad ogni veicolo in momenti diversi profili diversi realizzati con un programma CAD esterno, in maniera tale che la deformazione per ogni urto sia mostrata correttamente nella simulazione, nella seguente maniera:

1. Caricare il profilo del veicolo non danneggiato usando **Veicolo – Veicolo DXF – File – Planimetria – Carica DXF**. (questo è il profilo utilizzato automaticamente all'inizio della simulazione).
2. Selezionare il pulsante Nuovo nella finestra Veicolo DXF. Questo permette di aggiungere un secondo profilo che apparirà successivamente al tempo specificato.



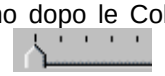
3. Cliccare sul file Nuovo per selezionare il profilo ed utilizzare il pulsante File per caricare il profilo del veicolo che è stato modificato col programma di CAD esterno. Assicurarsi che l'opzione ☑ Cambia Disegno dopo le Collisioni sia attivata.

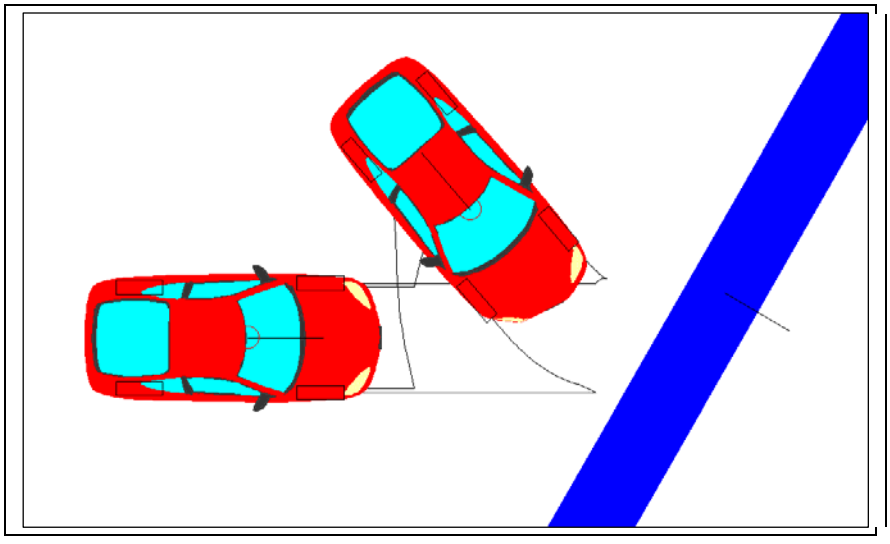


4. Adesso, utilizzare la barra di simulazione per muovere i veicoli dalla posizione iniziale a dopo l'urto. Con il tasto Aggiorna (F5) il profilo del veicolo cambia dalla forma iniziale (senza danni) al secondo profilo (deformato). Se sono stati utilizzati profili del veicolo 3D, cambierà anche l'immagine nella finestra 3D e nelle animazioni.

5. Ripetere le istruzioni dal punto 2 a 4 per caricare altri profili, nel caso in cui il veicolo subisca deformazioni in più urti.

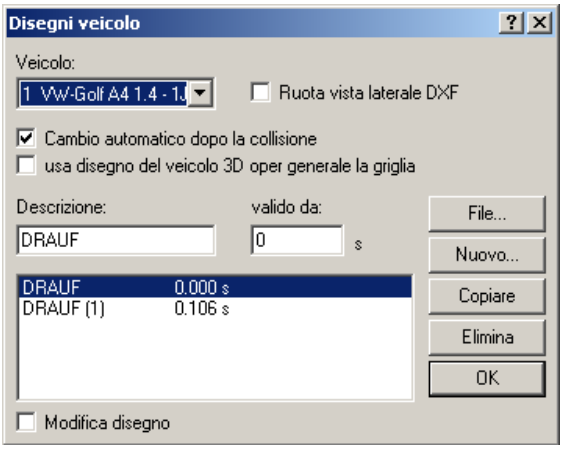
Usare la funzione Deforma Disegno

PC-Crash può automaticamente eseguire la deformazione su ogni veicolo dopo ogni urto. Dopo aver completato la simulazione , semplicemente selezionare **Veicolo - Veicolo DXF - File – Deforma Disegno**. Assicurarsi che l'opzione Cambia Disegno dopo le Collisioni sia attivata. Utilizzare dunque la barra di simulazione  per muovere i veicoli dalla posizione iniziale a dopo l'urto. Con il tasto Aggiorna (F5) il profilo del veicolo cambia dalla forma iniziale (senza danni) ai profili seguenti (deformati).



Se sono stati utilizzati profili del veicolo 3D, cambierà anche l'immagine nella finestra 3D e nelle animazioni.

A prescindere dal metodo utilizzato per ottenere la deformazione, la funzione Modica Disegno (descritta più avanti in questo capitolo) può essere utilizzata per apportare modifiche al disegno del veicolo. Tale funzione si può utilizzare solo per modificare disegni 2D: Modifica Disegno non include strumenti di disegno 3D.



La finestra **Veicolo DXF** include le seguenti voci:

Veicolo

Il menu a tendina permette di selezionare a quale veicolo associare il disegno o il file bitmap.

☑ Ruota vista DXF

Se attivato il disegno del veicolo, selezionato attraverso <File…> <Vista laterale> <Carica DXF…> per il veicolo attivo, ruota di 180° intorno all'asse Z prima di essere inserito.

☑ Cambia disegno dopo le collisioni

Con questa funzione si stabilisce se il disegno del veicolo deve cambiare dopo la collisione. Se viene inserito soltanto un disegno al veicolo, non ci saranno cambiamenti

☑ Usa disegno 3D del veicolo per generare la rete

Selezionando questa opzione i disegni 3D del veicolo saranno utilizzati per generare la rete da utilizzare per il modello di contatto Rete (per attivarlo: <Urto> <Usa modello d'urto basato sulla rete>). Se non si attiva tale opzione, per il modello Rete vengono utilizzati i profili del veicolo predefiniti o le superfici definite in 'Profilo Veicolo'. In questo caso i veicoli sono inseriti in una rete la cui maglia ha dimensioni di circa di circa 0,02m.

Descrizione

È il nome del file DXF o IDF che è stato caricato. Se sono stati caricati più file per il veicolo, in questo campo verrà mostrato il nome del disegno selezionato nel campo Valido da...

Valido da

I questa casella di testo si indica il tempo della simulazione nel quale il disegno evidenziato sarà associato al veicolo. Per inserire un profilo deformato, supponendo che l'urto avvenga a t = 0 si consiglia di scegliere un tempo di circa -0,01 secondi, per assicurarsi che il profilo danneggiato appaia a t=0 (l'inizio della simulazione).

File

Il pulsante File apre un menu con le seguenti voci:

Sagoma Veicolo 2D o 3D

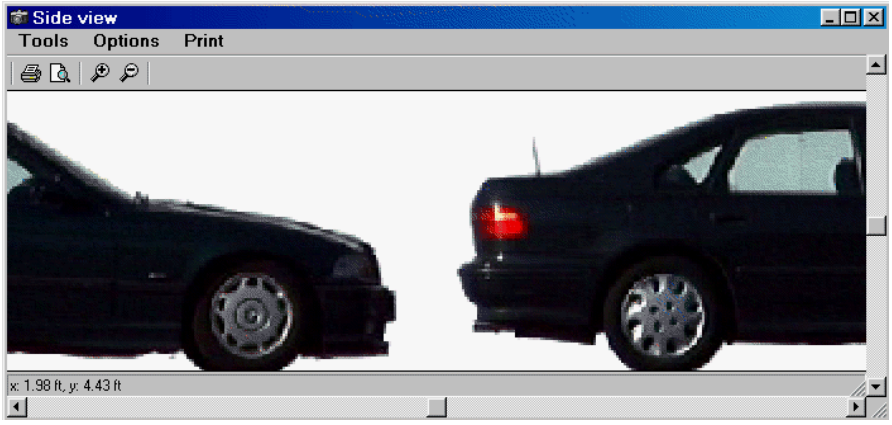
Si caricano profili 3D o 2D (formato DXF, IDF, VRML e bitmap). Nella sottocartella 3D Dxf sono inclusi molti profili IDF 3D. La maggior parte dei profili sono stati creati digitalizzando immagini dettagliate e sono dunque molto precisi.

Il menu Sagoma 2D comprende i seguenti sottomenu:

- Carica DXF
- Carica BMP
- Elimina BMP

Vista Laterale

Si caricano disegni e bitmap 2D laterali. Una volta inseriti, i disegni possono essere visualizzati selezionando **Opzioni – Finestra Vista Laterale**. Questa funzione permette di paragonare facilmente l'altezza dei paraurti nei casi di urto per tamponamento. I bitmap disponibili, prevalentemente di veicoli europei, sono messi in scala in base alla lunghezza del veicolo a cui sono associati e sono contenuti nella sotto cartella Vista Laterale.



Il menu Vista Laterale include le seguenti voci:

- Carica DXF
- Elimina DXF
- Carica BMP
- Elimina BMP

Quando si carica un DXF 2D per la Vista Laterale, può accadere che l'orientamento del disegno sia invertito rispetto all'orientamento del veicolo. Questo capita quando si utilizza un disegno DXF con un sistema di coordinate non appropriato. Per correggere l'errore, selezionare **Ruota DXF**

Laterale prima di caricare un file DXF laterale. Questo invertirà automaticamente il disegno DXF lungo l'asse x.

Sagoma 3D

Si caricano veicoli 3D bitmap. Tali veicoli, che hanno l'estensione *.x61, sono visualizzabili solo nella finestra 3D e sono formati da un profilo del veicolo realizzato con mappe bitmap, come le griglie del radiatore ed i fanali applicati alla loro superficie. Questi profili non sono accurati quando quelli IDF, ma hanno un aspetto realistico grazie agli elementi bitmap. Essi sono nella sottocartella 3D Dxf che contiene modelli di veicoli prevalentemente europei.

PC-Crash può anche importare modelli di veicoli in formato *.fce. Come avviene per il formato *.x61, i file *.fce sono visualizzabili solo nella finestra 3D e sono costituiti da mappe bitmap. Molti file *.fce forniti con PC-Crash sono ad alta risoluzione e sono molto dettagliati.

Nel menu Sagoma 3D appaiono le seguenti voci di sotto menu:

- Carica Veicolo 3D
- Salva veicolo 3D
- Elimina Veicolo 3D

Nuovo

Il pulsante *Nuovo* associa un nuovo profilo al veicolo selezionato. Il "nuovo" profilo è un semplice rettangolo che riproduce la lunghezza e la larghezza reali del veicolo. Questo è un buon punto di partenza se il profilo bidimensionale del veicolo dev'essere disegnato con PC-Crash (usando la casella ☑ *Modifica disegno*).

Il pulsante Nuovo veicolo deve essere selezionato prima di caricare un secondo profilo del veicolo, altrimenti il profilo originale verrà sostituito.

Copia

Con questo comando si copia il profilo del veicolo selezionato, che può poi essere in modo con Modifica Disegno, ed utilizzato dopo l'urto.

Elimina

Cancella il profilo del veicolo selezionato.

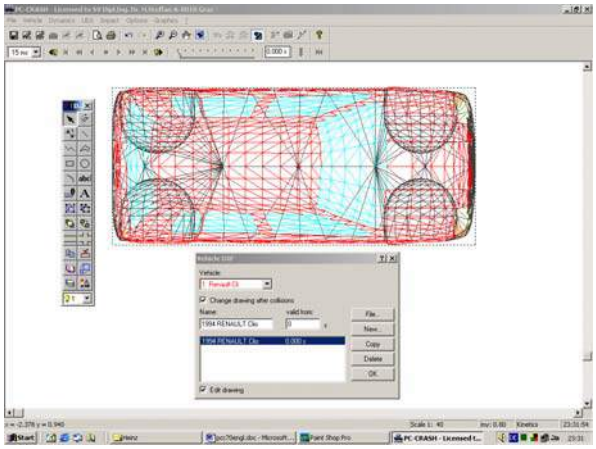
OK

Accetta le modifiche effettuate e chiude la finestra di dialogo.

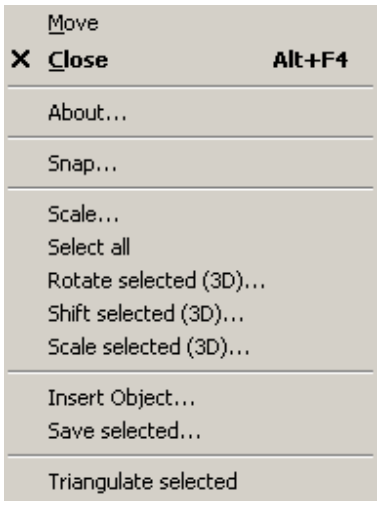
☑ Modifica Disegno

La selezione di questa opzione consente di modificare il disegno selezionato. Quest'ultimo appare nella schermata principale. Spostate la finestra di dialogo *Disegni veicolo* lateralmente (non chiudetela) per lavorare sul disegno. Utilizzate gli strumenti di *Disegno* per apportare eventuali variazioni.

Per una descrizione completa di questi strumenti, fare riferimento alla voce del menu **Disegno – Barra di Disegno**.



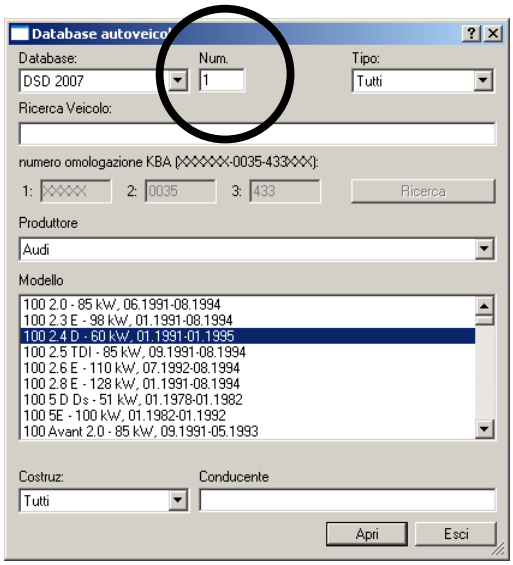
Cliccate una volta con il pulsante destro del mouse sulla barra di *Disegno* per accedere ad un menu che contiene altri strumenti di disegno.



Elimina Ultimo Veicolo

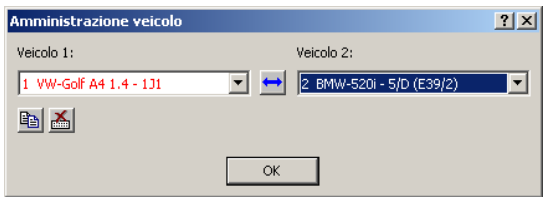
Con questa funzione si cancella l'ultimo veicolo caricato (il veicolo col numero più alto).

Il veicolo N° 1 non si può cancellare. Per cancellare questo veicolo il programma dev'essere riavviato usando l'opzione **File** - **Nuovo**, oppure il veicolo dev'essere sostituito caricando un nuovo veicolo a cui si assegna il Numero Vicolo 1 usando **Veicolo – Database Veicolo** o **File – Importa – Carica Veicolo Personalizzato** .



Gestione Veicolo

Opzione del menu che consente di organizzare i veicoli. È qui possibile scambiare, eliminare e copiare i veicoli.



Scambia i veicoli: se nelle caselle Veicolo 1 e Veicolo 2 sono selezionati i Veicoli che vogliamo scambiare, premendo il pulsante scambio veicoli ( ) si invertono i veicoli e di conseguenza cambia anche la sequenza degli stessi.

Copia Veicolo: con il pulsante copia è possibile copiare il Veicolo selezionato nel campo Veicolo 1; il veicolo copiato è disposto come ultimo veicolo.

Elimina Veicolo: con il pulsante elimina Veicolo si cancella il Veicolo selezionato nel campo Veicolo 1 e la lista dei veicoli viene rinumerata.

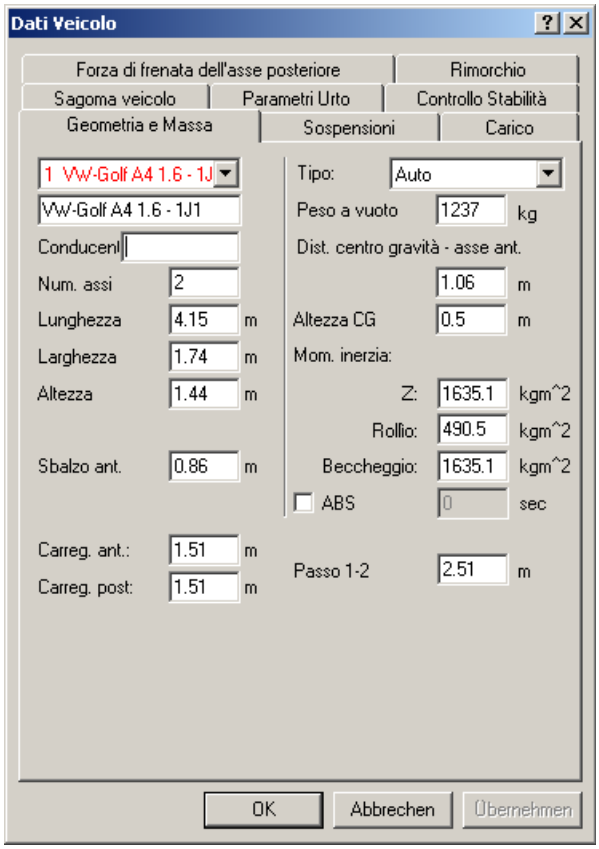
Impostazioni Veicolo

La selezione di questa voce del menu apre la finestra di dialogo Dati Veicolo, che include le seguenti sezioni:

- Geometria veicolo
- Sospensioni
- Carico
- Forze posteriori di frenata
- Rimorchio

- Sagoma veicolo
- Parametri d'Urto
- Controllo Stabilità

Geometria Veicolo



Questa finestra consente di visualizzare e cambiare la geometria, la massa, i momenti di inerzia ed il tipo di veicolo. Qui si può definire anche la presenza del sistema ABS.

Il menu **Geometria del Veicolo** include le seguenti voci:

Veicolo

In questo campo si identifica il nome ed il numero del veicolo a cui si riferiscono i dati. Tutti i valori mostrati della geometria del veicolo si riferiscono a quel particolare veicolo.

Nome Veicolo

Questo campo di testo indica il nome esatto del veicolo selezionato nel database corrispondente al numero di veicolo selezionato; Il nome indicato può essere modificato in questa finestra.

N° degli assi

Serve per specificare il numero degli assi del veicolo. I valori accettati sono 1 (solo rimorchi), 2, 3, 4 o 5. Nel caso si indichino due assi, non verranno mostrati i campi relativi agli interassi successivi.

Lunghezza, Larghezza, Altezza

Questi campi si riferiscono alle dimensioni del veicolo.

Interasse

Questa è la distanza tra il primo ed il secondo asse e, se esistono, quelle fra gli assi successivi.

Sbalzo Anteriore

Indica la distanza tra la parte anteriore del veicolo e l'asse frontale. Viene misurata normalmente a partire dal centro della parte anteriore, dove il veicolo è più lungo.

Carreggiata

La carreggiata è la distanza tra il centro della ruota sinistra ed il centro della ruota destra per ciascun asse.

Tipo

Questo campo serve per selezionare il tipo di veicolo. Le selezioni possibili sono:

- Autovettura
- Autocarro
- Muro
- Albero
- Motociclo
- Rimorchio non sterzante
- Rimorchio sterzante
- Semirimorchio
- Passeggero
- Tram

L'immagine predefinita del veicolo viene cambiata nella finestra a 3D per adattarsi al tipo di veicolo specificato.

Peso

Viene mostrata qui la massa (sistema metrico - kg) o il peso (sistema anglosassone - lb) del veicolo.

Se l'utente lo desidera, può specificare la massa del carico e quella dei passeggeri in questo campo ma si deve assicurare che il pesi dei passeggeri e del carico siano posti uguali a zero nella finestra *Veicolo –Carico*.

Distanza del C.G. dall'asse anteriore

È la distanza dal centro di gravità all'asse anteriore. Si possono usare, se necessario, numeri negativi per i rimorchi.

Altezza C.G.

È la distanza verticale del baricentro rispetto alla superficie stradale in condizioni statiche.

Se l'altezza del baricentro è 0, la simulazione viene effettuata in 2D e non vengono calcoati i momenti di inerzia di beccheggio e di rollio.

Momenti di Inerzia

Sono momenti di inerzia del veicolo lungo i tre assi principali:

- **Imbardata**, lungo l'asse verticale
- **Rollio**, lungo l'asse longitudinale
- **Beccheggio**, lungo l'asse trasversale.

Il programma calcola automaticamente i momenti di inerzia utilizzando le seguenti formule (i valori calcolati possono essere modificati dall'utente in qualsiasi momento):

- Per la maggior parte dei veicoli viene utilizzata la formula di Burg:

  Iz = 0.1269 (m) (WB) (L),
  Iy = Iz,
  Ix = 0.3 (Iz), dove

  Iz = Momento di inerzia imbardata
  m = Massa
  WB = Interasse
  L = Lunghezza totale
  Iy = Momento di inerzia beccheggio
  Ix = Momento di inerzia rollio

- Per un autocarro o un rimorchio il momento di inerzia viene calcolato con la formula seguente:

  $Iz = m\ (L^2 + B^2)/12,$
  Iy = Iz,
  $Ix = 2\ (m)\ (B^2)/12$, dove

  L = Lunghezza totale
  B = Larghezza totale

Nota: *tutti i momenti di inerzia in questa finestra di dialogo si riferiscono a veicoli non carichi. Utilizzare l'opzione* ***Dati veicoli*** *–* ***Passeggeri e Carico*** *per aggiungere un carico supplementare per i passeggeri ed il carico. PC-Crash automaticamente modifica i momenti di inerzia come segue:*

$$I_{carico} = I_{vuoto}\ (m_{carico}/m_{vuoto})$$

☑ ABS

Questa opzione attiva il sistema ABS. quando l'ABS è attivato appare un campo in cui è possibile inserire il tempo di ciclo ABS in secondi. Il modello ABS ha un funzionamento diverso a seconda del modello dello pneumatico selezionato (Linear o TM-Easy, come illustrato nel **Manuale Tecnico)**.

OK

Accetta i dati inseriti e chiude la finestra.

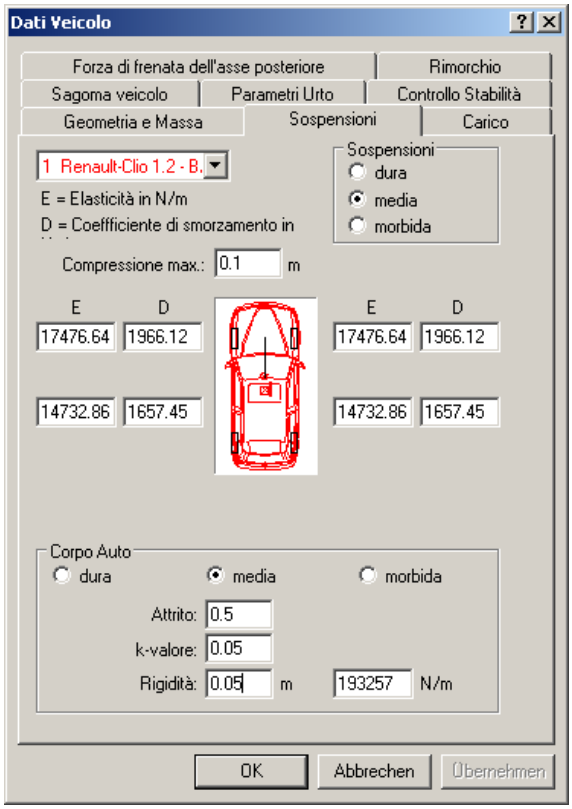
Annulla

Chiude la finestra senza accettare i dati.

Nota: *quando la geometria di un veicolo cambia e viene effettuata una simulazione a 3D, le proprietà delle sospensioni devono essere ridefinite per tenere conto del nuovo carico sulle ruote. Lo stesso discorso è valido se si connette un semirimorchio al veicolo*

Proprietà Sospensioni

In questa finestra devono essere definiti per ciascuna ruota la rigidità delle sospensioni ed i parametri degli ammortizzatori. Si possono anche specificare i parametri della carrozzeria da utilizzare in caso di ribaltamento e le rigidezze per le simulazioni che utilizzano il modello basato sulla riguidezza.



Le voci della finestra **Proprietà Sospensioni** includono:

Veicolo

Questo campo serve per selezionare il veicolo su cui si opera.

Massima Compressione

Definisce la massima escursione della compressione delle sospensioni (misurata dalla ruota); superato questo valore la costante della molla (E) raddoppia. L'escursione della ruota si interrompe quando la forza della molla vale zero. Questo dipende dalla resistenza della molla selezionata (una resistenza della molla più debole consente un'escursione della ruota verso il basso

Rigidità (E)

Indica il coefficiente di rigidità della molla delle sospensioni per ciascuna ruota.

Smorzamento (D)

Questo campo mostra per ciascuna ruota il coefficiente di smorzamento.

Proprietà delle Sospensioni

Attivando le opzioni Duro, Normale o Morbido è possibile scegliere valori predefiniti per i coefficienti di rigidità e smorzamento. Questi corrispondono a:

- Duro: 10 cm (3.9") di compressione statica della molla
- Normale: 15 cm (5.9") di compressione statica della molla
- Morbido: 20 cm (7.8") di compressione statica della molla

Nota: *quando si carica un nuovo veicolo, dovrebbero essere sempre controllati i valori delle sospensioni. Ciò può essere ottenuto inserendo i valori esatti o utilizzando i pulsanti Duro, Normale o Morbido.*

Quando si effettua una simulazione a 2D (altezza del C.G. uguale a zero) le caratteristiche delle sospensioni non sono importanti, ma, , per ragioni numeriche non devono essere inseriti valori irrealistici.

I valori delle sospensioni vengono controllati automaticamente e, nel caso ci siano valori non realistici, appare un avviso nella barra di stato in fondo allo schermo:

Valori sospensioni non realistici per il veicolo...

Se appare questo messaggio è necessario controllare e correggere il valore dei parametri.

Corpo Auto

In caso di ribaltamento del veicolo vengono calcolati gli urti della carrozzeria sul terreno. Perché ciò avvenga è necessario che sia attivato ***Rileva ribaltamenti*** nel menu Dinamica. Consultare il **Manuale Tecnico** per ulteriori chiarificazioni sul modello di ribaltamento.

Se si attiva **Urto – Usa modello basato sulla Rigidezza** il programma utilizza un modello d'urto basato sulla rigidezza dei veicolo e l'urto viene calcolato usando i valori specificati in questa sezione Corpo Auto.

Le proprietà per gli urti basati sulla rigidezza possono essere specificate nel campo Corpo Auto, come segue:

Attrito – Questo è il coefficiente d'attrito per la carrozzeria (non dello pneumatico con il suolo che è specificato altrove generalmente, in Poligoni di attrito o nella finestra Sequenze).

Restituzione – Il coefficiente di restituzione per gli urti del veicolo. Se si utilizza il modello d'urto basato sulla rigidezza ed è indicato un coefficiente di restituzione differente per i vari veicoli, l'urto sarà calcolato utilizzato il coefficiente di restituzione col valore più basso.

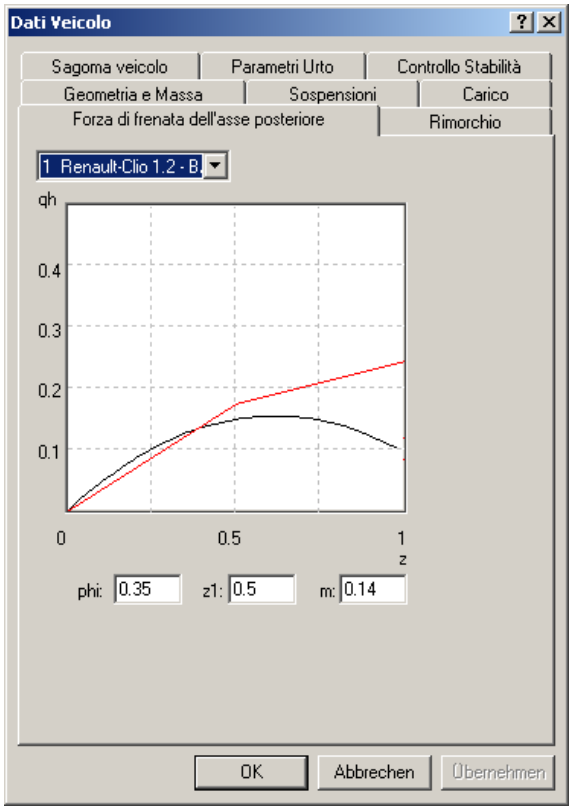
Rigidezza – La "rigidezza" è espressa come distanza di deformazione statica. La rigidezza è definita dalla deformazione della carrozzeria dovuta al peso del veicolo: l'utente specifica la deformazione (in m) e la rigidezza viene calcolata (in N/m). Il valore della rigidezza usato per gli ellissoidi dello pneumatico è la metà del valore specificato per la carrozzeria. Per le autovetture la rigidezza specificata vale per la parte inferiore della carrozzeria mentre, per il tetto, si utilizza un quarto della rigidezza specificata. Per altri tipi di veicoli, la rigidezza specificata è la stessa per tutti gli ellissoidi della carrozzeria. E' inoltre è possibile specificare direttamente il valore per la rigidezza (N/m), e la distanza deformazione risultante viene calcolata automaticamente.

OLe variazioni di velocità e le accelerazioni che i veicoli subiscono in conseguenza degli urti col suolo possono essere analizzate graficamente nella finestra *Diagrammi* utilizzando l'opzione **Opzioni - Diagrammi – Diagrammi– Segnali sensori.** Per ulteriori informazioni, vedere la descrizione di questa opzione in questo capitolo.

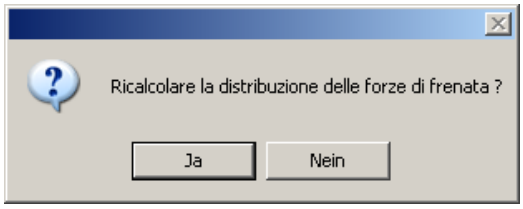
Forza di Frenata Posteriore

In questa finestra può essere verificata e modificata la distribuzione delle forze di frenata tra le ruote anteriori e posteriori.

Un grafico mostra il rapporto fra la forza di frenata posteriore (qh) e quella anteriore (z). Viene mostrata la curva ideale ed anche la distribuzione definita sulla base dei dati inseriti. Immediatamente dopo aver inserito un'altezza del Baricentro nella finestra *Geometria Veicolo*, viene calcolata automaticamente una curva di distribuzione. La curva può essere modificata in qualsiasi momento dall'utente. Le forze di frenata conseguenti, basate sulla distribuzione definita, saranno calcolate quando si inserisce la frenata in **Dinamica – Sequenze**.



La maggior parte dei moderni veicoli è equipaggiata di sistemi di distribuzione automatica della frenata in funzione del carico; dopo aver modificato la massa dei passeggeri o del carico appare il seguente messaggio.



se l'utente risponde *Si*, viene calcolata ls distribuzione ottimale delle forze di frenata compatibile coi dati inseriti (vedere sezione successiva)

La finestra **Forza di frenata posteriore** comprende le seguenti voci:

Numero Veicolo

In cui si seleziona il veicolo al cui applicare la distribuzione della forza di frenata.

phi, z', m

Questi parametri identificano la distribuzione della forza di frenata definita:

Phi Pendenza della prima curva

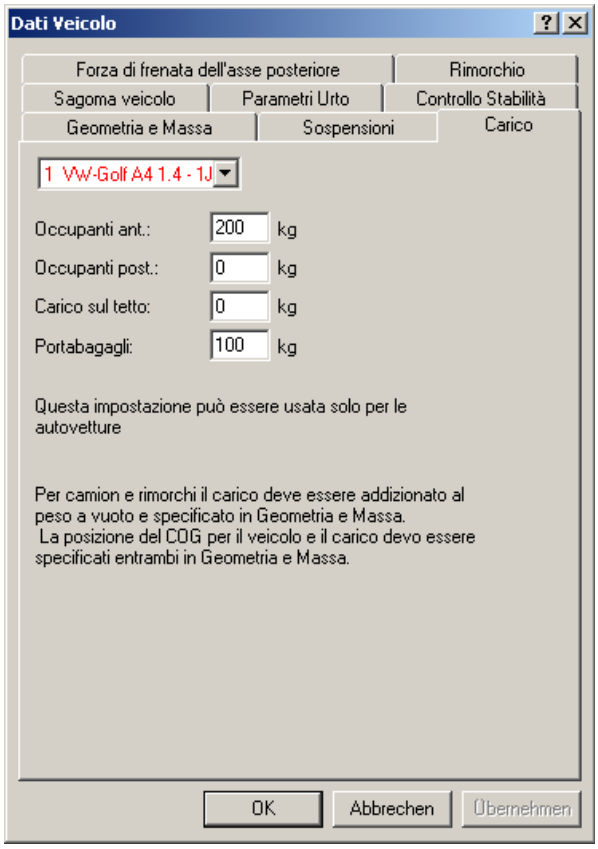
z1 Punto di variazione della pendenza

m Pendenza della seconda curva.

I valori si possono inserire numericamente nelle caselle di testo, oppure la distribuzione può essere cambiata interattivamente con il mouse nel diagramma spostando i punti sulla curva

Carico

in questa finestra viene specificata la massa dei passeggeri e del carico.


Dati Veicolo
Forza di frenata dell'asse posteriore
Rimorchio
Sagoma veicolo
Parametri Urto
Controllo Stabilità
Geometria e Massa
Sospensioni
Carico
1 VW-Golf A4 1.4 - 1J
Occupanti ant.: 200 kg
Occupanti post.: 0 kg
Carico sul tetto: 0 kg
Portabagagli: 100 kg
Questa impostazione può essere usata solo per le autovetture
Per camion e rimorchi il carico deve essere addizionato al peso a vuoto e specificato in Geometria e Massa.
La posizione del COG per il veicolo e il carico devo essere specificati entrambi in Geometria e Massa.
OK
Abbrechen
Übernehmen

Carico include le seguenti voci:

Veicolo

Permette di selezionare il veicolo per cui si specificano i passeggeri e il carico.

Occupanti anteriori

La massa dei passeggeri della parte anteriore dell'abitacolo è posizionata al centro del veicolo alla stessa altezza del C.G. spostata del 15% della distanza fra l'asse anteriore ed il posteriore, davanti al centro del veicolo.

Passeggeri abitacolo posteriore

La massa dei passeggeri nella zona posteriore dell'abitacolo è posizionato al centro del veicolo alla stessa altezza del C.G. spostata del 20% della distanza fra l'asse anteriore ed il posteriore, dietro al centro del veicolo.

Carico sul tetto

La massa del carico sul tetto è centrata direttamente sopra centro di gravità, 0,3 m (1 piede) oltre l'altezza del veicolo. In caso di simulazioni bidimensionali, l'altezza del carico sul tetto è uguale a zero, assieme alle altre altezze.

Carico bagagliaio

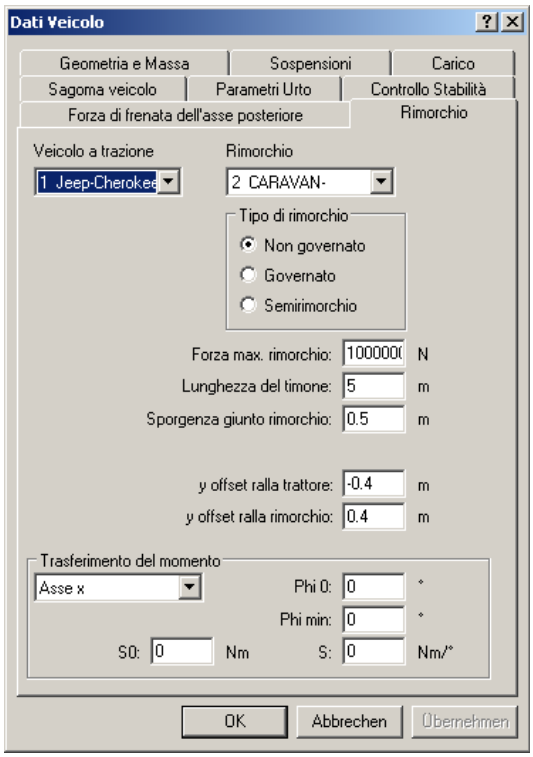
La massa del vano bagagli è posizionato nel centro del veicolo all'altezza del centro di gravità spostata del 10% della distanza fra l'asse anteriore ed il posteriore, dietro l'asse posteriore.

Nota: *Il programma calcola automaticamente i valori per il centro di gravità del veicolo, la massa e tutti i momenti di inerzia risultanti da ogni cambiamento nel carico del veicolo dovuti ai passeggeri o al carico. I momenti di inerzia sono ricorretti per il carico con la seguente formula:*

$$I_{caricato} = I_{vuoto}\ (m_{caricato}/m_{vuotoy}).$$

Rimorchio

In questa sezione si possono definire i parametri per i rimorchi, sterzanti e non, e per i semi-rimorchi. Oltre a calcolare la dinamica dei carrelli e dei rimorchi, il modello rimorchi è utile per simulare le condizioni di uscita di strada di combinazioni autocarro e rimorchio. Fare riferimento al manuale Tecnico per chiarimenti sulla teoria del modello rimorchi.



Rimorchio include le seguenti voci:

Veicolo Trattore

Nell'elenco si seleziona il tipo di veicolo cui agganciare al rimorchio.

Il veicolo si collega al rimorchio selezionandolo dall'elenco. Successivamente è necessario selezionare il rimorchio dall'elenco corrispondente. Appena viene selezionato un rimorchio, i due veicoli vengono accoppiati. Notare che il rimorchio dev'essere stato precedentemente caricato in PC-Crash, utilizzando l'opzione **File - Importa** – **Veicolo Personalizzato** oppure **Veicolo – Database veicoli**.

Se il veicolo è stato già agganciato al rimorchio, quest'ultimo verrà mostrato nell'elenco Rimorchi. In caso contrario, l'elenco Rimorchio conterrà la parola "Nessuno".

Rimorchio

Nell'elenco si seleziona il rimorchio da collegare al veicolo. Se si sceglie "Nessuno", sarà disconnesso qualsiasi rimorchio precedentemente agganciato.

Tipo di rimorchio

Questi pulsanti si usano per specificare il tipo di rimorchio, come indicato:

- Non Sterzante
- Sterzante (richiesti almeno 2 assi)
- Semi-rimorchio.

Massima forza rimorchio

Questo valore specifica la forza massima che il gancio può sopportare. Se la forza sul nel punto di aggancio è maggiore della cifra specificata il rimorchio si sgancia dal trattore.

La forza massima del rimorchio può essere utilizzata per simulare lo sgancio dovuto a forze esterne (ad es. un urto).

Lunghezza del timone

La lunghezza del timone del rimorchio è la distanza tra il gancio e l'asse anteriore del rimorchio.

Sporgenza del gancio

Questa è la sporgenza del gancio all'esterno del paraurti posteriore del trattore. Per la ralla si usano valori negativi della Sporgenza.

Altezza gancio

L'altezza del gancio rispetto al livello del suolo può essere definita solo per simulazioni in 3D (se l'altezza del centro di gravità per il veicolo ed il rimorchio sono > 0).

Spostamento Y gancio trattoree

Se il punto di aggancio non è al centro del trattore è possibile specificare un punto di aggancio particolare inserendo il valore dello spostamento. Lo spostamento specifica la distanza dall'asse longitudinale del veicolo.

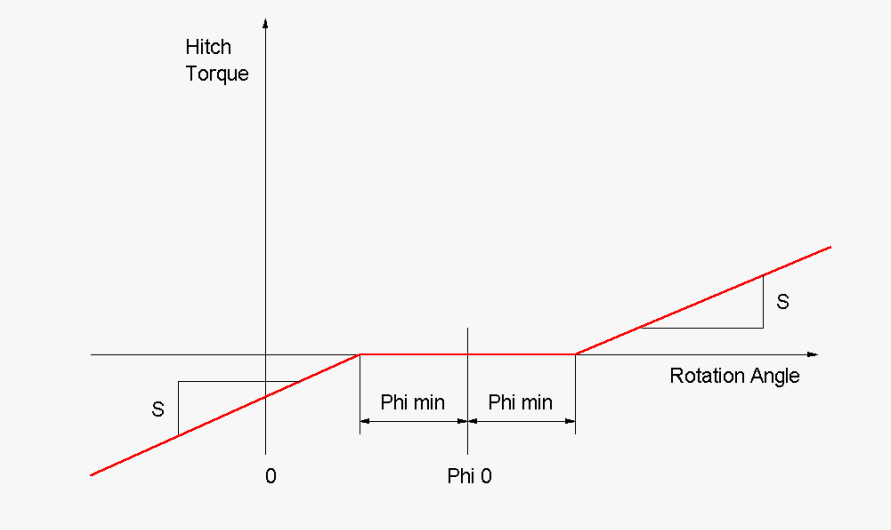
Spostamento Y gancio rimorchio

Se il punto di aggancio non è al centro del rimorchio è possibile specificare un punto di aggancio particolare inserendo il valore dello spostamento. Lo spostamento specifica la distanza dall'asse longitudinale del rimorchio.

Trasferimento della quantità di moto

Questa area della finestra di dialogo "Rimorchio" è usata per stabilire i valori di trasferimento della quantità di moto del gancio lungo l'asse delle x, delle y e delle z:

- **S0** Costante di attrito di rotazione attorno l'asse specificato.
- **Phi 0** Questo è un valore di spostamento da 0°, utile principalmente per il beccheggio lungo l'asse delle y del gancio. Se la rotazione tra il veicolo ed il rimorchio è superiore a Phi 0 + Phi min o inferiore a Phi 0 – Phi min, viene applicato il momento torcente linearmente crescente **S.** Se **Phi 0** = 0°, il momento d'attrito **S** è simmetrico per rotazioni positive e negative.
- **Phi min** Rotazione angolare del rimorchio lungo il gancio rispetto a Phi 0 in cui inizia il momento torcente di rotazione S.
- **S** Momento torcente resistivo linearmente crescente lungo l'asse specificato, partendo da Phi 0 $\pm$ Phi min.



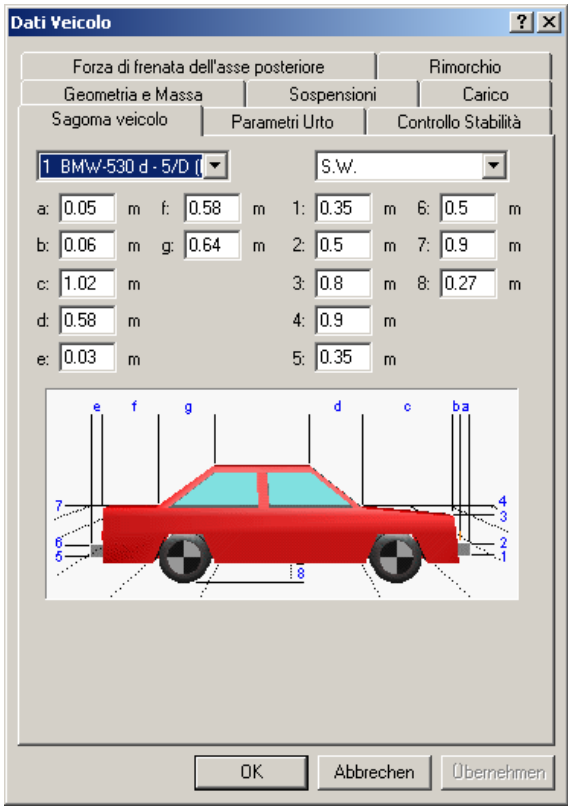
Nota: *Per i rimorchi, non sono possibili simulazioni a ritroso in PC-Crash. Si possono simulare collisioni tra un rimorchio ed un veicolo, tra un mezzo trainante ed un altro veicolo, tra un rimorchio e un mezzo trainante o tra due rimorchi.*

Le condizioni di partenza per il rimorchio vengono determinate automaticamente dal programma sulla base di quelle del trattore.

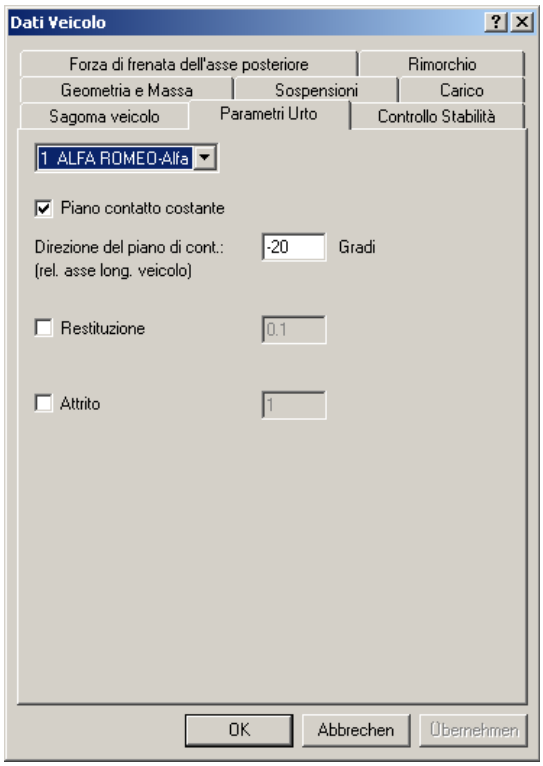
A causa del metodo di calcolo basato su un'accuratezza numerica prestabilita, si possono sviluppare, in lunghe simulazioni, piccole differenze di posizione tra il trattore ed il rimorchio nel punto di aggancio. Queste differenze non influenzano la stabilità della guida. Se la distanza eccede i 10 cm (4 pollici), è consigliabile controllare di nuovo tutte le definizioni ripetere la simulazione.

Sagoma Veicolo

All'internoil profilo del veicolo che apparirà nella finestra tridimensionale quando non viene usato un disegno DXF. Le impostazioni predefinite da selezionare sono: veicolo a 5 porte, a tre porte oppure autocarro. Inoltre, l'utente può inserire dimensioni personalizzate. Il profilo del veicolo qui specificato si utilizza anche per determinare la forma degli ellissoidi per il modello d'urto/ribaltamento basato sulla rigidezza. È utile modificare ila forma 3D del veicolo anche negli urti con oggetti multibody, a meno che per tali contatti non sia stato selezionato un profilo veicolo DXF/IDF.



Parametri d'Urto



In questa finestra è possibile rendere costanti i parametri d'urto per un veicolo invece determinarli via via attraverso i calcoli.

Piano di contatto costante

La direzione del piano di contatto può essere fissata ad un valore costante rispetto all'asse longitudinale del veicolo. Se questa opzione è disattivata, il piano di contatto sarà determinato dai vettori di impulso dei veicoli che si urtano.

Restituzione costante

Permette di stabilire un valore costante del fattore di restituzione per le collisioni col veicolo selezionato.

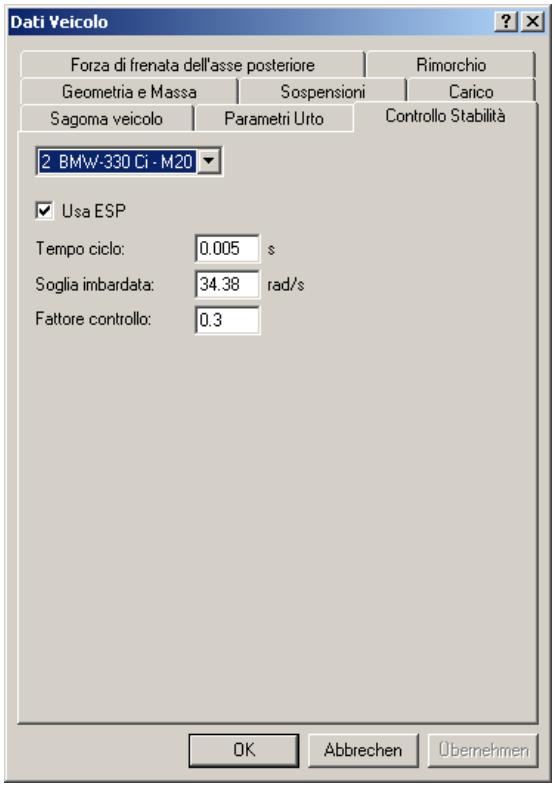
Attrito di contatto costante

Permette di stabilire un valore costante dell'attrito di contatto per le collisioni con il veicolo selezionato.

Controllo Stabilità

Molti veicoli moderni sono forniti di dispositivi di serie che ne aumentano la stabilità. La stabilità si ottiene intervenendo sulla forza applicata alle singole ruote, in modo da diminuirne le velocità di rotazione in fase di imbardata.

PC-Crash ha un modello, indipendente dai costruttori, per simulare tali dispositivi elettronici. Nel menu **Controllo Stabilità** è possibile impostare i parametri per tale modello.



usa ESP

Questa opzione determina se deve essere attivata la simulazione del controllo della stabilità per il veicolo selezionato.

Tempo di ciclo

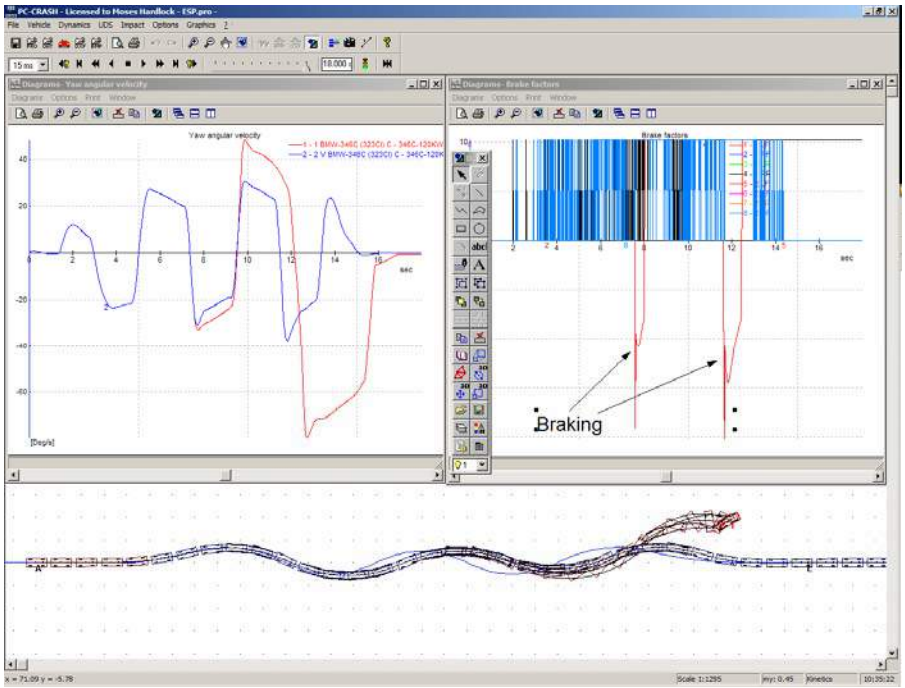
Determina la frequenza di aggiornamento del dispositivo di controllo della stabilità; agli intervalli specificati, il rpgramma determinerà se il veicolo tende a diventare instabile e reagirà in maniera appropriata.

Soglia d'Imbardata

La velocità angolare di imbardata ottimale è determinata dalla velocità e dall'angolo di sterzata del veicolo. Se la velocità angolare di imbardata supera la soglia inserita, il dispositivo di controllo della stabilità reagirà in maniera appropriata frenando una ruota.

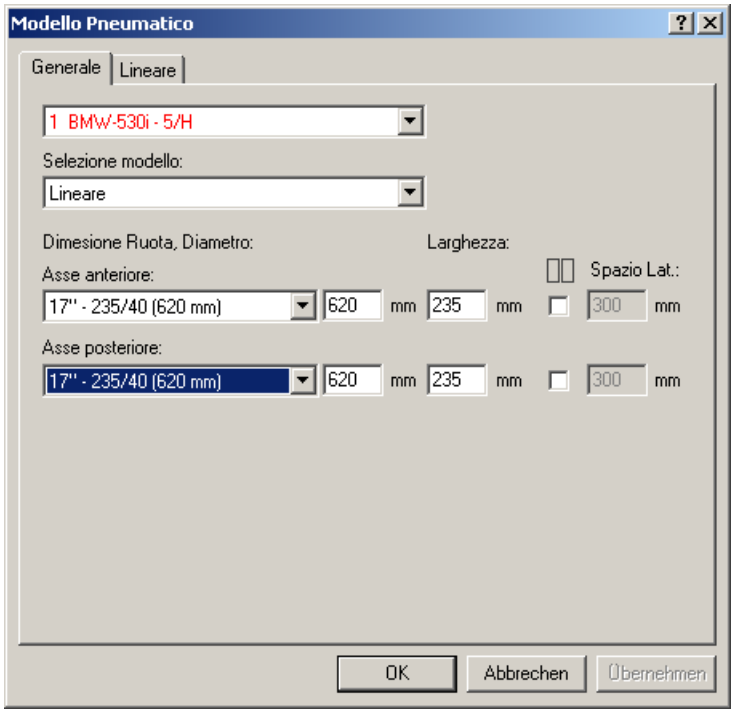
Fattore di controllo

Il fattore di controllo determina la velocità e l'intensità della reazione del dispositivo di controllo della stabilità. La forza di frenata è calcolata integrando la velocità angolare che è al di sopra della soglia, moltiplicata per il fattore di controllo. Un alto fattore di controllo implica che una ruota viene quasi immediatamente frenata anche alla minima possibilità di instabilità. Un basso fattore di controllo interviene lentamente ed in modo meno intenso (rischiando di intervenire troppo tardi e di non riuscire a stabilizzare il veicolo). I valori predefiniti sono appropriati per la maggior parte dei casi.



Modelli degli Pneumatici

La voce **Veicolo – Modelli degli Pneumatici** serve per vedere e definire i parametri degli pneumatici. L'utente può selezionare il tipo di pneumatico (Lineare o TM-Easy), cambiarne i parametri, le dimensioni, e selezionare ruote gemellate.



La finestra **Modelli degli Pneumatici -Generale** include le seguenti voci

Veicolo

Identifica il Veicolo per cui si definiscono le caratteristiche dello pneumatico.

Selezione Modello

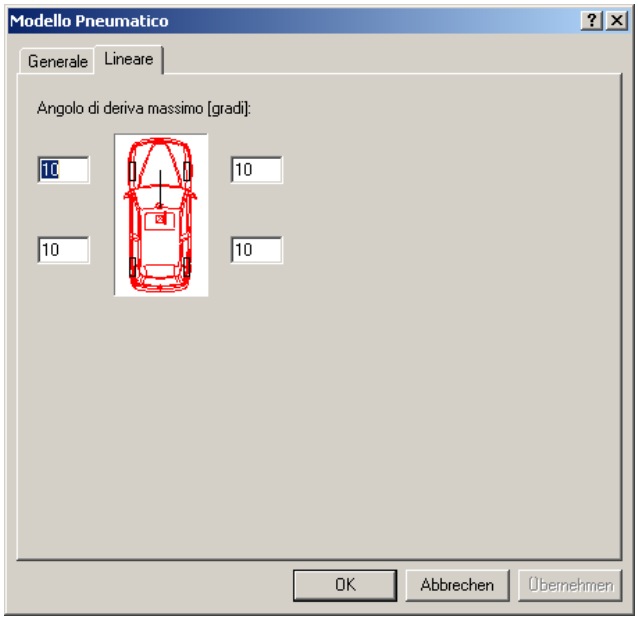
In questo elenco si seleziona il modello degli pneumatici per ciascun veicolo. Ci sono due modelli attualmente disponibili:

- Lineare
- TM-Easy

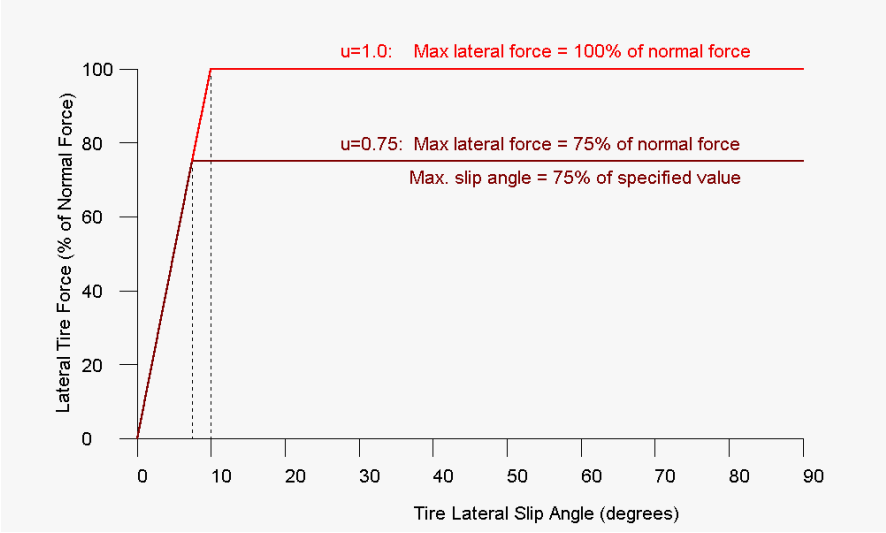
Modello di Pneumatico Lineare

La finestra di dialogo Lineare mostra l'ampiezza massima dell'angolo di slittamento laterale per ogni pneumatico.

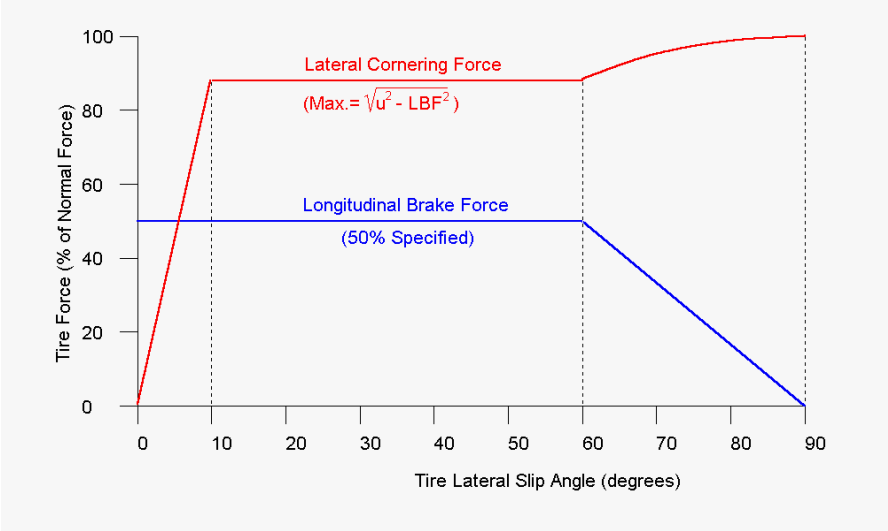
Il massimp angolo di slittamento laterale definisce la rigidità dello pneumatico. Il modello simula le forze degli pneumatici ipotizzando un incremento lineare della forza laterale dello pneumatico con un incremento dell'angolo di slittamento laterale fino al raggiungimento del valore specificato. La forza laterale sullo pneumatico non cresce più una volta che l'angolo di slittamento laterale supera questo valore (solitamente circa 10° per uno pneumatico serie 70 su una superficie con attrito elevato – gli pneumatici con profilo più basso avranno un angolo massimo di slittamento laterale minore.



L'angolo massimo di slittamento laterale specificato (predefinito=10°) è valido per un coefficiente di attrito di u°=1.0. Se viene specificato un coefficiente di attrito diverso, l'angolo di slittamento dello pneumatico a cui corrisponde la saturazione della forza laterale sul pneumatico varierà conformemente. Diversi coefficienti di attrito sul terreno non hanno alcun effetto sulla rigidità di una ruota e, quindi, un minore coefficiente di attrito (che non può produrre un'adeguata forza laterale sullo pneumatico) genera un minore angolo di slittamento massimo. Per esempio, con un angolo di slittamento di 10° su una superficie con un coefficiente di attrito di 0.75, il massimo angolo di slittamento dello pneumatico è di 7.5°. Questo è l'angolo per il quale si raggiunge la massima forza laterale dello pneumatico, che sarà il 75% della forza normale in questo caso.

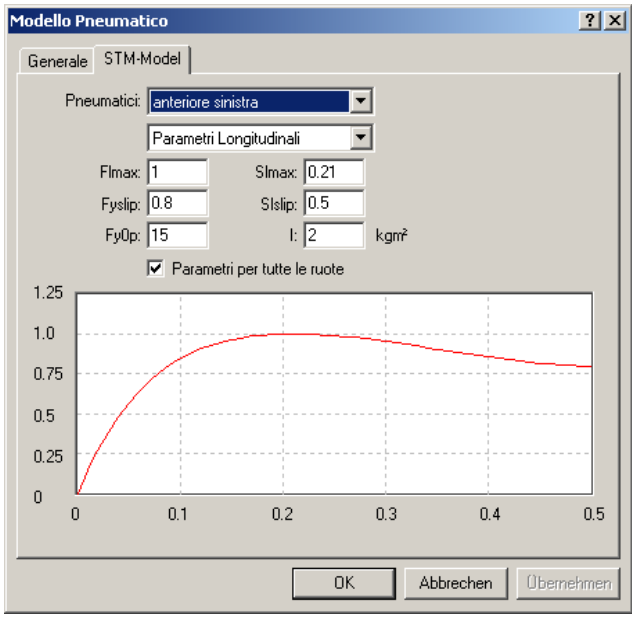


Se si aggiunge la frenata, la forza massima laterale dello pneumatico in curva diminuirà secondo la regola del cerchio di attrito. Ad esempio, specificando un livello di frenata del 50% (del carico statico normale dello pneumatico) la massima forza laterale sarà quella mostrata dal grafico seguente (u = 1.0).



Modello di Pneumatico TM-Easy

Quando si sceglie questa opzione in Selezione Modello, si accede alla finestra di dialogo del modello TM-Easy, che consente di modificare gli effetti non lineari sugli pneumatici.



La finestra **Modello di Pneumatico (TM-Easy)** contiene le voci seguenti:

Pneumatico

L'elenco a tendina serve a specificare a quali pneumatici si riferiscono i parametri. Se è attivato ☑ Parametri per tutte le ruote, essi saranno gli stessi per tutti gli pneumatici.

Il secondo elenco permette di determinare in modo indipendente i parametri longitudinali e laterali degli pneumatici.

Fmax

Forza massima di attrito. Il massimo attrito è dato da questo valore (predefinito = 1) moltiplicato per il coefficiente di attrito specificato per la simulazione.

Smax

Il valore di slittamento in cui si raggiunge Fmax. Per le caratteristiche laterali dello pneumatico, l'asse delle x del grafico del modello è tanα, dove α è l'angolo di slittamento laterale. Per le caratteristiche longitudinali, l'asse x è un valore frazionario, dove 0,5 indica 50% slittamento.

Fslip

La forza di attrito nello slittamento. L'attrito massimo è dato da questo valore (predefinito = 0.8) moltiplicato per il coefficiente di attrito specificato.

Nota: *quando si passa dal modello Lineare a quello TM-Easy, il cambiamento nel movimento del veicolo sarà determinato quasi esclusivamente dalla differenza tra il valore specificato di Fslip ed 1. Ciò avviene perché, quando si utilizza il modello Lineare, il coefficiente di attrito predefinito è il valore di slittamento, mentre, quando si utilizza il modello TM-Easy, questo è il valore statico e Fmax = 1.*

Sslip

È il valore di slittamento in cui avviene Fslip.

FOp

È l'inclinazione della curva nell'origine degli assi

Dimensione Pneumatico , Diametro, Larghezza

Per scegliere il corretto diametro della maggior parte degli pneumatici si devono utilizzare gli elenchi Asse anteriore ed Asse posteriore. Per dimensioni differenti il diametro dev'essere inserito dall'utente (e verrà ignorato il valore nell'elenco a tendina). Il diametro inserito viene utilizzato nella finestra "Motore & Trazione" e nella visualizzazione 3D.

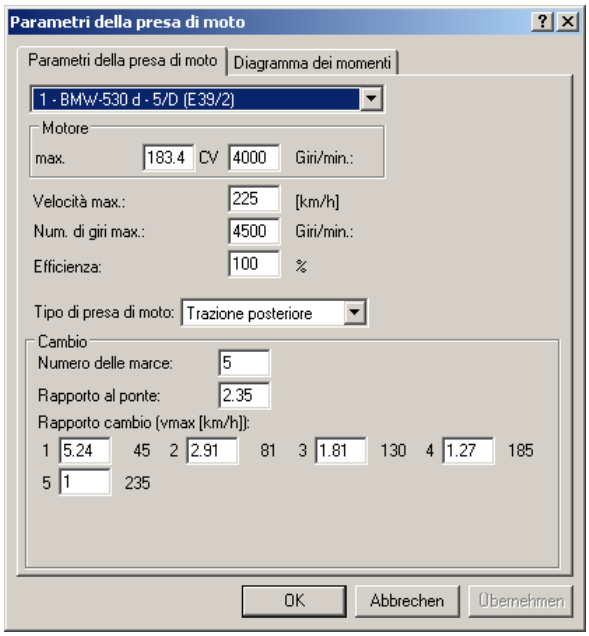
La larghezza dello pneumatico può essere inserita indipendentemente dal diametro. La larghezza non influisce sulle simulazioni, ma garantisce una visione più realistica nelle simulazioni 2D e 3D.

Il pulsante Spaziatura Laterale serve per indicare ruote gemellate ed il campo alla sua destra consente di specificare la spaziatura frale ruote gemellate (da centro a centro pneumatico).

Motore/Trazione

Questa opzione consente di stabilire i parametri del motore e del rapporto di riduzione delle marce. In questa finestra di dialogo si possono stabilire le caratteristiche della curva della potenza del motore, il rapporto di trasmissione ed il differenziale. Si possono applicare al veicolo accelerazioni realistiche utilizzando l'opzione *accelerazione reale* nella sequenza di accelerazione del veicolo (consultare il capitolo **Programmare Sequenze**). È necessario per un corretto funzionamento accertarsi che sia stato inserito nella finestra di dialogo Modello del Pneumatico il diametro corretto.

Alcuni dei parametri motore/cambio sono inclusi nei database veicoli europei, ma non nel database nord-americano Specs.



La finestra **Motore e Trazione** contiene le voci seguenti:

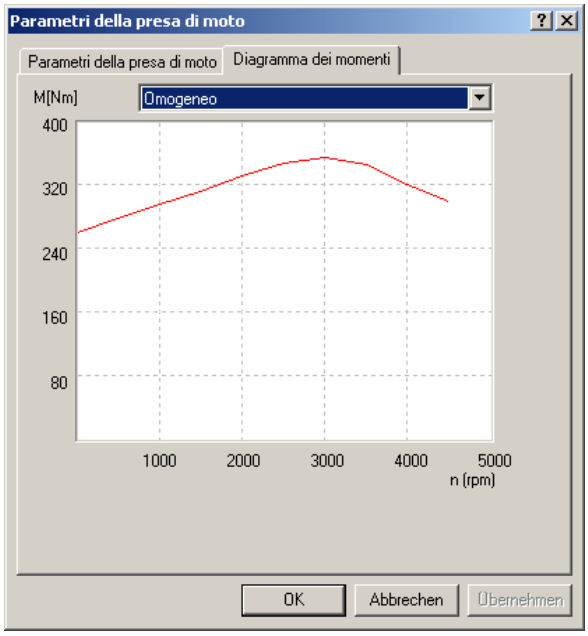
Veicolo

Elenco per identificare a quale veicolo applicare i valori.

Potenza del Motore

La potenza massima del motore (HP) e i giri al minuto (rpm) alla quale si sviluppa. Notare che non rappresenta la massima velocità del motore.

Dopo aver selezionato la potenza e i giri al minuto (rpm), si può utilizzare il Diagramma Coppia Motore per osservare la curva di coppia. Possono essere selezionate e modificate (se si desidera) curve di coppia differenti.



Per assicurarsi che i cambiamenti effettuati sulla potenza del motore o sui giri al minuto siano stati accettati, selezionare una delle curve di torsione standard dalla lista sopra il grafico:

- Normale
- Sport
- Diesel
- Turbo Diesel.

Dopo la selezione, si può modificare la curva spostando i punti della curva col mouse.

Velocità del Veicolo (max)

Velocità massima del veicolo. PC-Crash confronta il valore immesso coi cavalli motore disponibili per determinare il valore della resistenza dell'aria in funzione della velocità. Nel calcolo della resistenza si ipotizza che i rapporti del cambio siano tali che il la rotazione del motre raggiungerà il massimo in corrispondenza deòll'erogazione della massima potenza alla massima velocità del veicolo.

La resistenza dell'aria viene poi applicata a tutte le altre velocità, basandosi sul presupposto che essa sia proporzionale al quadrato della velocità del veicolo. Le forze di resistenza dell'aria vengono aggiunte alle forze di frenata delle ruote e sono uniformemente distribuite tra tutti gli pneumatici.

Nota: *se la resistenza dell'aria è stata associata al veicolo attivando* ☑ *Calcola resistenza dell'aria in* ***Veicolo – Resistenza dell'aria,*** *allora essa è valida al posto della resistenza dell'aria determinata dalla massima velocità specificata nell'opzione* ***Motore/Trazione.***

Velocità del Motore (max)

Numero massimo di giri al minuto del motore (rpm).

Efficienza

Qui si specifica l'efficienza della trazione: si considera normale un valore compreso tra il 70% ed il 90%.

Tipo di Trazione

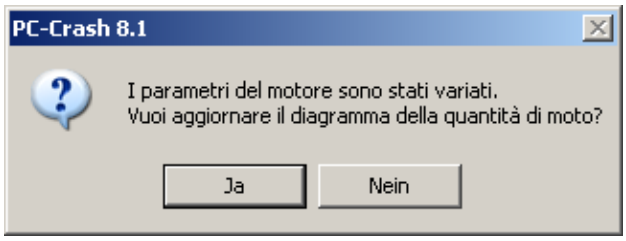
In questo elenco si possono selezionare diversi tipi di trazione :

- trazione anteriore
- trazione posteriore
- trazione integrale (50% anteriore/ 50% posteriore)
- trazione integrale (30% anteriore/ 70% posteriore)

Cambio

Contiene i campi per i numeri delle marce (massimo = 16), i rapporti del cambio, ed i rapporti degli assi di trasmissione. La velocità massima per ciascuna marcia (basata sul massimo numero di giri del motore al minuto ed ignorando la resistenza dell'aria) viene indicata sulla destra dei rapporti di cambio.

Nota: *dopo aver definito una nuova potenza del motore o un numero di giri del motore nominale, apparirà la seguente finestra per adeguare il diagramma della Coppia quando si chiude la finestra Motore/Trazione.*



Scegliendo Sì il diagramma di coppia del motore si adeguerà sulla base delle caratteristiche definite.

Nota: *i parametri specificati in Motore/Trazione sono utilizzati solamente in presenza di una sequenza con Accelerazione Reale specificata nella sequenza Accelerazione in* ***Dinamica - Sequenze*** *(F6). Dopo aver specificato una sequenza di accelerazione per il veicolo e dopo averla aperta con un doppio click del mouse, è possibile attivare l'opzione* ☑ *Accelerazione Reale. In questo caso apparirà una finestra dove l'utente può specificare sia il numero di giri del motore per il cambi marcia, sia il tempio necessario per il il cambio. Assicurarsi che la barra di scorrimento del pedale di accelerazione della sequenza accelerazione sia nella posizione desiderata perchè, in caso contrario, il veicolo non subirà alcuna accelerazione.*

Resistenza dell'aria

I parametri della resistenza dell'aria, della forza di gravità e della forza del vento sul veicolo possono essere determinati nelle finestre di dialogo

Resistenza dell'aria/Vento. L'effetto della resistenza dell'aria e del vento può essere calcolato soltanto quando l'opzione ☑ Calcola Resistenza dell'aria è attiva nella finestra Vento.

Resistenza dell'aria

PC-Crash permette di tener conto della resistenza dell'aria che dipende dalla velocità del veicolo e da altri parametri esterni predefiniti.

La forza della resistenza viene calcolata usando la seguente formula separatamente per la parte anteriore, posteriore e laterale:

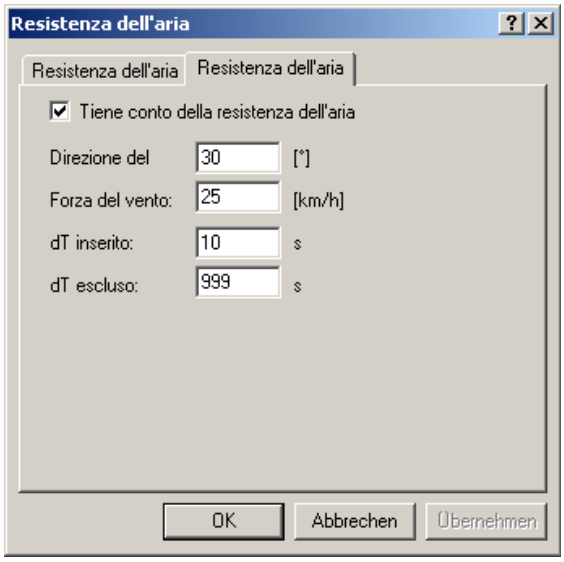
$$F = \frac{\rho}{2} \cdot c_w \cdot A \cdot v_{rel}^2$$

L'utente deve introdurre il valore $c_w \cdot A$ per la parte anteriore, posteriore e laterale. Si presuppone una densità dell'aria pari 1.2 [kg/m^3]. La velocità relativa v_{rel} dipende dalla velocità del veicolo e dalla velocità del vento (vedere paragrafo successivo).

Viene stabilito anche il punto di applicazione della forza lungo la direzione orizzontale e verticale. Questo dato è in percentuale sulla lunghezza, larghezza ed altezza del veicolo: 0 % indica l'applicazione della forza sulla parte posteriore del veicolo, sul terreno o sul lato sinistro, mentre 100% indica un'applicazione sulla parte anteriore, sul tetto dell'auto o sul lato destro. Può essere inserita anche una spinta verso il basso o verso l'alto (in quest'ultimo caso utilizzando un valore negativo per la forza verso il basso).

Vento

Questa finestra di dialogo consente di stabilire la direzione e la forza del vento



L'utente può tener conto anche della resistenza dell'aria durante una simulazione selezionando ☑ **Calcola resistenza dell'aria**. Questa opzione non è attiva per default.

Direzione

Viene specificata la direzione del vento, in senso antiorario rispetto all'asse delle x. Una direzione del vento di 0 gradi significa che il vento soffia verso est (se il nord è sulla parte superiore dello schermo).

Forza

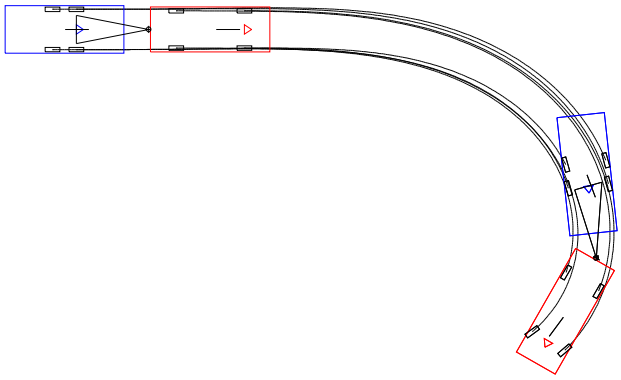
Con **Opzioni – Opzioni** viene stabilita la forza del vento.

dT On e dT Off

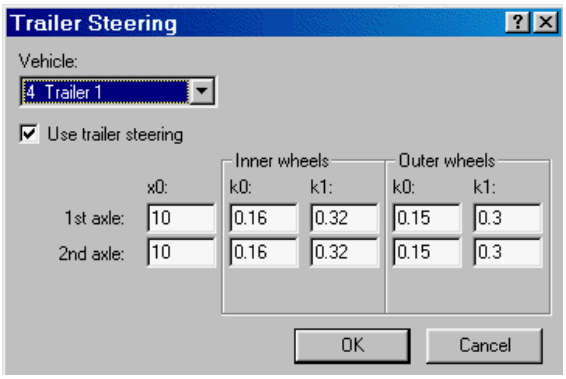
Permette di definire le condizioni delle raffiche di vento. Ad esempio, se si stabilisce un tempo dT On di 2 secondi con un tempo dT Off di 1 secondo, allora ci saranno 2 secondi di vento seguiti da un secondo di calma. Questa combinazione sarà costante lungo tutta la simulazione. Se si desidera un vento costante, è necessario determinare un tempo dT On più lungo di quello della simulazione.

Nota: *se vengono selezionate contemporaneamente Accelerazione reale e Resistenza dell'aria, quest'ultima, calcolata attraverso la massima velocità del veicolo, non viene considerata, mentre viene persa in considerazione la resistenza dell'aria stabilita nella finestra di dialogo omonima.*

Sterzata del rimorchio



In questa finestra (attiva soltanto quando un rimorchio è agganciato ad un veicolo) possono essere specificate le modalità di sterzata del rimorchio in funzione dell'angolo trattoire-rimorchio.



La sterzata per ogni ruota del rimorchio può essere specificata in due fasi:

Per $\varphi_S \leq x0$, $\varphi_S = k0\phi_A$, e

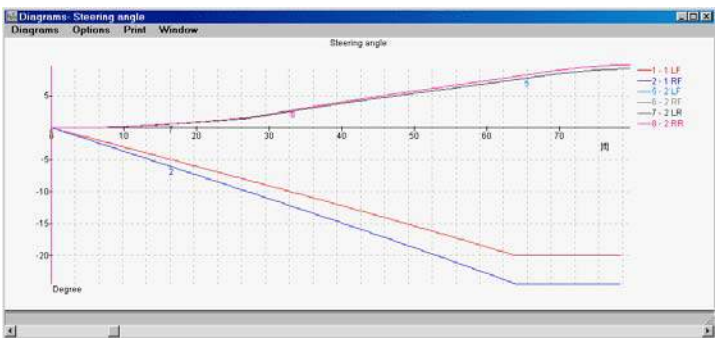
per $\varphi_S > x0$, $\varphi_S = k0x0 + k1(\phi_A - x0)$

dove φ_S = angolo di sterzata della ruota del rimorchio

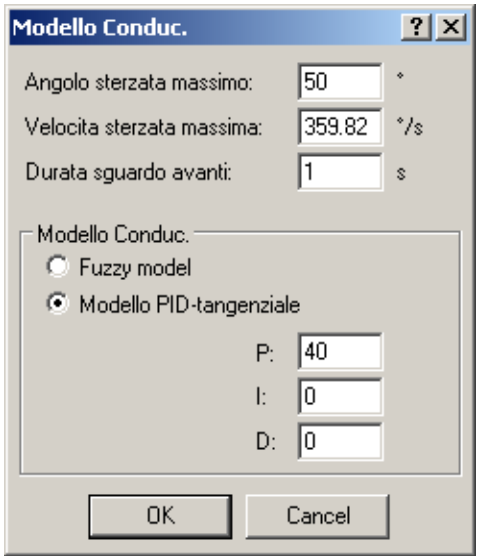
φ_A = angolo trattore- rimorchio

$x0$ = angolo al cambio di pendenza della curva

$k0, k1$ = moltiplicatori.



Modello di guida



Quando si definisce un Percorso da seguire per un Veicolo (**Dinamica/Assegna percorso**), si possono impostare i seguenti parametri.

Massimo Angolo di Sterzata

È il limite massimo di sterzata delle ruote anteriori. Il valore inserito, espresso in gradi partendo dalla posizione diritta, è riferito alla ruota anteriore esterna. L'angolo della ruota anteriore interna sarà leggermente superiore a causa dell'effetto Ackermann.

Massima Vel. di Sterzata

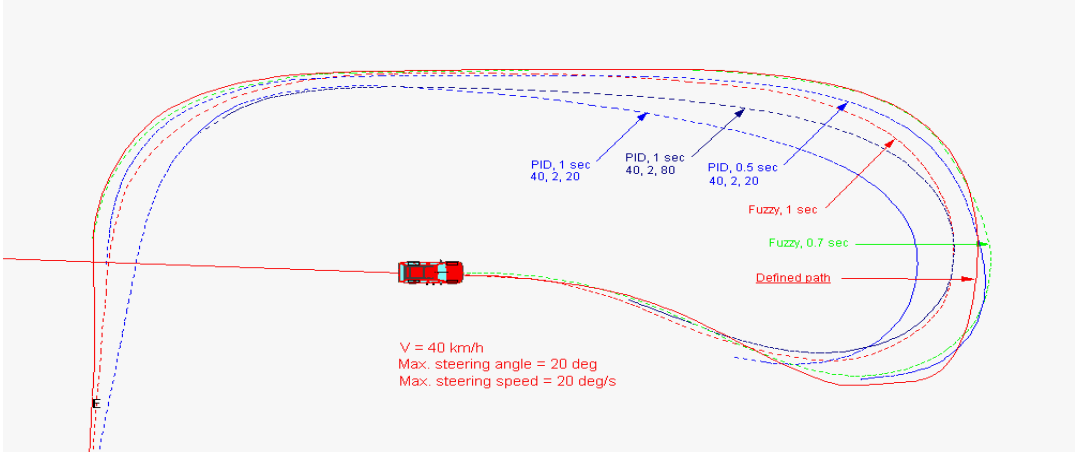
È il limite massimo della velocità di sterzata delle ruote anteriori Il valore inserito, in gradi/secondo, è relativo alla ruota anteriore esterna. La velocità di sterzata della ruota anteriore interna sarà leggermente superiore a causa dell'effetto Ackermann.

Sguardo in avanti

È il tempo che si utilizza, in combinazione con la velocità del veicolo e con la sua direzione, per costruire un vettore 'posizione futura' che il Modello Percorsi confronta con la posizione attuale per determinare l'angolo di sterzata.

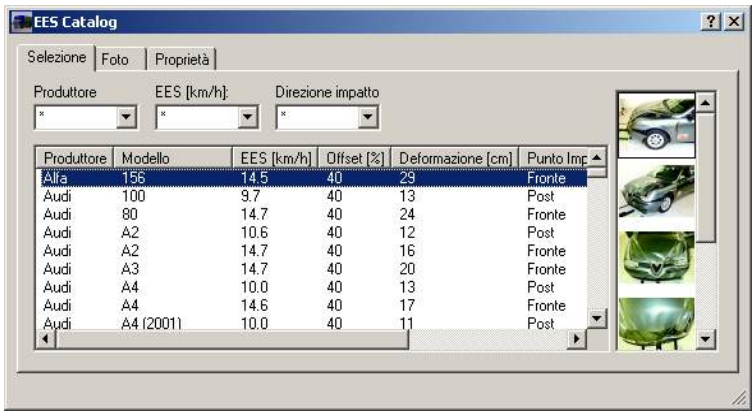
Modello di guida

Permette di selezionare la modalità con la quale il 'conducente' segue il percorso stabilito. La scelta è fra un modello Fuzzy ed uno Tangenziale PID. Fare riferimento al **Manuale Tecnico** per maggiori informazioni. La figura che segue mostra gli effetti dei diversi modelli: nel caso presentato il modello Fuzzy, con una durata dello sguardo in avanti di 0,7 secondi, segue il percorso definito abbastanza fedelmente tranne per il tratto in basso a destra del disegno, dove il raggio del percorso definito è troppo piccolo per la velocità del veicolo.



Catalogo EES

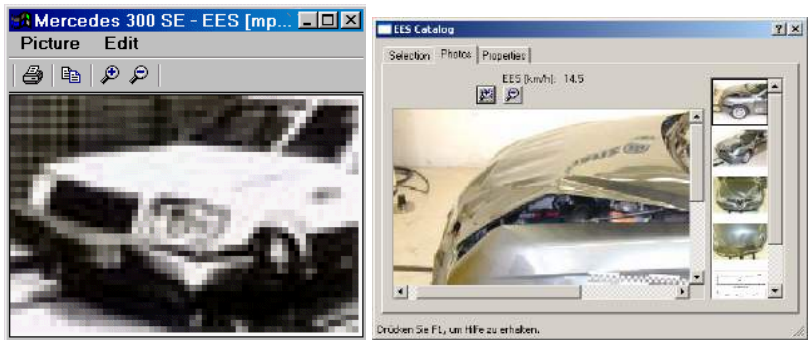
Il Catalogo EES contiene le fotografie di veicoli danneggiati catalogati per modello e gravità dei danni subiti nella collisione. L'utente può velocemente rendersi conto se l'EES dell'urto calcolato è realistico basandosi su un confronto visivo della deformazione.


EES Catalog
Selezione
Foto
Proprietà
Produttore
EES [km/h]:
Direzione impatto
Produttore Modello EES [km/h] Offset [%] Deformazione [cm] Punto Imp
Alfa 156 14.5 40 29 Fronte
Audi 100 9.7 40 13 Post
Audi 80 14.7 40 24 Fronte
Audi A2 10.6 40 12 Post
Audi A2 14.7 40 16 Fronte
Audi A3 14.7 40 20 Fronte
Audi A4 10.0 40 13 Post
Audi A4 14.6 40 17 Fronte
Audi A4 (2001) 10.0 40 11 Post

I tre campi con menu a tendina, sotto la finestra Selezione permettono di selezionare il costruttore del Veicolo, l'EES e la posizione dell'urto sul veicolo. Il campo sottostante mostra i veicoli che rispondono ai criteri scelti nel catalogo EES.

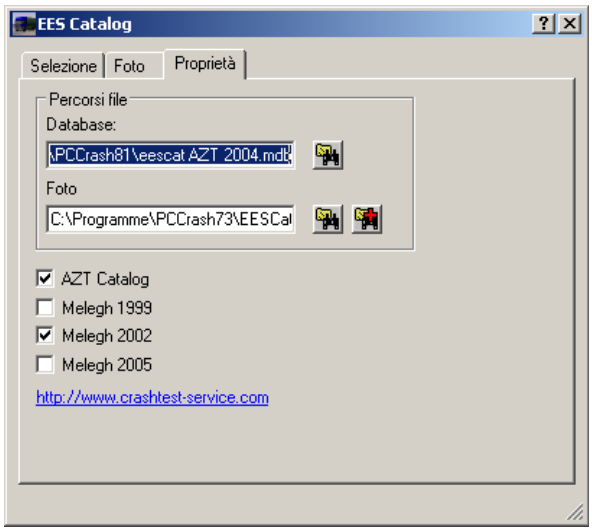
Con un doppio click su una fotografia, la stessa si aprirà e potrà essere visualizzata in una finestra ingrandita. Le fotografie possono essere viste in dettaglio nel menu Fotografie. Utilizzare i pulsanti e per ingrandire o ridurre le immagini.

Le fotografie del catalogo EES di PC-Crash sono a bassa risoluzione. Le foto con la risoluzione originale sono incluse in un Cd EES disponibile separatamente.



Nel menu delle Proprietà si seleziona la collocazione del database. Di solito non c'è bisogno di cambiare questo valore dato che tutti e tre i cataloghi EES disponibili possono essere scelti attivando:

- Catalogo AZT
- Melegh 1999
- Melegh 2002



Dal momento che più cataloghi EES possono essere selezionati simultaneamente ci posso essere percorsi di ricerca multipla per le immagini EES disponibili sui CD EES (disponibili separatamente da PC-Crash). Premere il pulsante per aggiungere una cartella al percorso di ricerca.

Il collegamento http://www.crashtest-service.com apre il programma di navigazione internet con l'indirizzo indicato. Crash test-Service fornisce, a pagamento, un ampio database online per determinare i valori EES.

È anche possibile ridimensionare la finestra del Catalogo EES (agendo sull'angolo in basso a destra della finestra) per poter osservare meglio i dati dell'elenco.

Crash 3 – Calcolo EBS

L'energia di deformazione può essere calcolata con l'algoritmo basato sulle dimensioni dei danni CRASH3 (Calspan Reconstruction of Accident Speeds on the Highway) che si rifà ai risultati dei test pubblicati da NHTSA (Autorità statunitense per la sicurezza del traffico stradale).

È così possibile confrontare l'energia di deformazione calcolata col modello CRASH3 con quella calcolata dal modello d'urti impulso-restituzione di PC-Crash.

Il valore EBS si può confrontare direttamente con l'EES se l'EBS è superiore a 10 mph (16 km/h), poiché in questa situazione gli effetti dell'energia di restituzione (inclusi nel calcolo dell'EES) sono trascurabili. Per valori inferiori ai 16 km/h, è necessario procedere al calcolo manuale dell'EES dell'energia di deformazione non essendo più valido il modello di EBS di CRASH3. Questo è particolarmente vero se si tiene in considerazione che la maggior parte dei test inclusi nel database NHTSA fanno riferimento ad EBS di 30 - 35mph, per cui l'accuratezza dei calcoli diminuisce per valori EBS al di fuori di tale intervallo di velocità.

I valori EBS calcolati usando questo modello possono essere utilizzati come dati EES nell''Ottimizzatore della Collisione. Per fare questo occorre aumentare il valore percentuale di rilevanza dell' EES nell'ottimizzatore (automaticamente impostato su 0%).

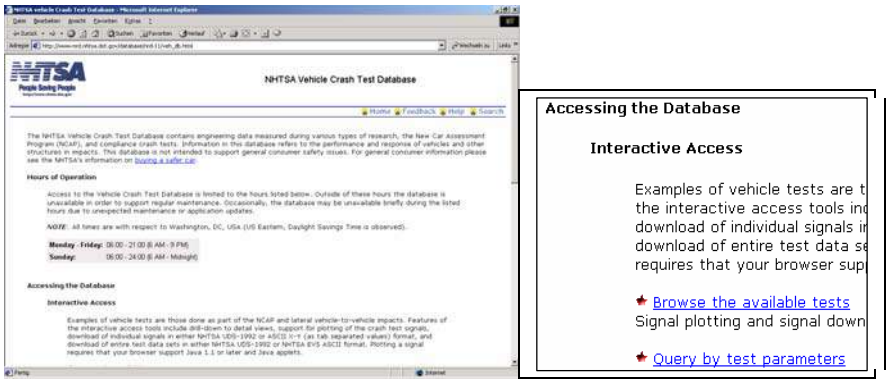
Crash 3 – Calcolo EBS apre le seguenti finestre:

Database NHTSA

Database con veicoli dei testati come base per il calcolo EBS.

Per un'analisi dettagliata dei test visitare il sito web, cliccando sul collegamento NHTSA (http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/).

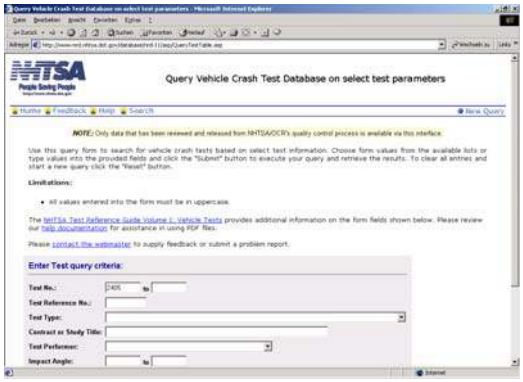
Cliccare su 'Databases and Software' e poi su 'NHTSA Vehicle Crash Test Database' (database dei crash test NHTSA).

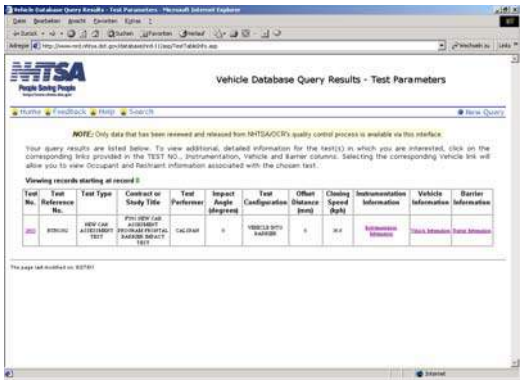


Nella parte inferiore della pagina ('Accessing the Database, Interactive Access') c'è un collegamento 'Cerca secondo parametri dei test' che, se cliccato, apre 'Cerca database crash test secondo parametri selezionati'

(Indirizzo: http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/database/nrd-11/asp/QueryTestTable.asp).

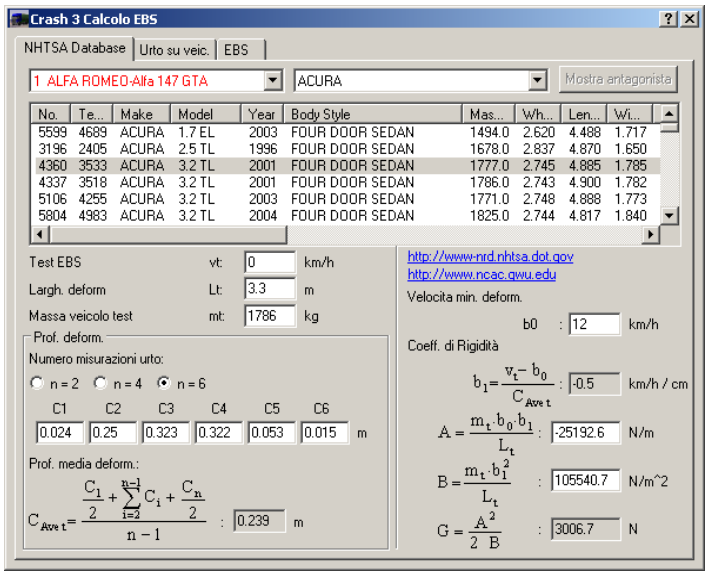
Usare ad esempio **Test N°.** nella seconda colonna come criterio di ricerca.





Selezionando Test N° verrà visualizzata una descrizione dei test e sarà possibile scaricare il rapporto completo del crash test.

Nella colonna Informazione Strumentazione ci sono i collegamenti ai sensori ed ai dinamometri, mentre le colonne seguenti: Informazioni Veicolo e Informazioni Barriera forniscono rispettivamente le specifiche del veicolo testato e una descrizione della Barriera o dell'oggetto urtato.

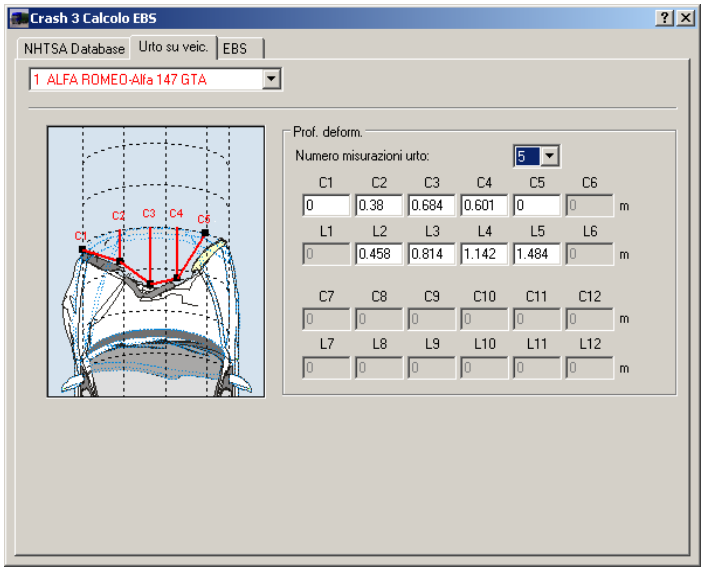

Crash 3 Calcolo EBS
NHTSA Database
Urto su veic.
EBS
1 ALFA ROMEO-Alfa 147 GTA
ACURA
Mostra antagonista
No. Te... Make Model Year Body Style Mas... Wh... Len... Wi...
5599 4689 ACURA 1.7 EL 2003 FOUR DOOR SEDAN 1494.0 2.620 4.488 1.717
3196 2405 ACURA 2.5 TL 1996 FOUR DOOR SEDAN 1678.0 2.837 4.870 1.650
4360 3533 ACURA 3.2 TL 2001 FOUR DOOR SEDAN 1777.0 2.745 4.885 1.785
4337 3518 ACURA 3.2 TL 2001 FOUR DOOR SEDAN 1786.0 2.743 4.900 1.782
5106 4255 ACURA 3.2 TL 2003 FOUR DOOR SEDAN 1771.0 2.748 4.888 1.773
5804 4983 ACURA 3.2 TL 2004 FOUR DOOR SEDAN 1825.0 2.744 4.817 1.840
Test EBS
vt:
0
km/h
Largh. deform
Lt:
3.3
m
Massa veicolo test
mt:
1786
kg
Prof. deform.
Numero misurazioni urto:
n = 2
n = 4
n = 6
C1 C2 C3 C4 C5 C6
0.024 0.25 0.323 0.322 0.053 0.015 m
Prof. media deform.:
0.239 m
http://www-nrd.nhtsa.dot.gov
http://www.ncac.gwu.edu
Velocita min. deform.
b0 : 12 km/h
Coeff. di Rigidità
-0.5 km/h / cm
-25192.6 N/m
105540.7 N/m^2
3006.7 N

Questa finestra contiene un elenco dei test NHTSA d'urto contro ostacolo. Selezionato un test, appaiono nei campi sottostanti i valori necessarie per calcolare i coefficienti di deformazione A e B. tali coefficienti vengono calcolati automaticamente sulla base del test EBS (Equivalent Barrier Speed), delle deformazioni, del peso del veicolo, nell'ipotesi di una relazione lineare forza-deformazione oltre che della soglia di danneggiamento definita dall'utente e del test di riefrimento. La deformazione media calcolata $C_{ave\ t}$ è leggermente approssimata, secondo quanto indicato da Prasad ("CRASH3 Damage Algorithm Reformulation for Front and Rear Collisions"(*Riformulazone algoritmo dei danni CRASH3 per collisioni frontali e tamponamenti*), SAE 900098)

Nota: *Il test EBS è perfettamente applicabile soltanto se il veicolo in esame colpisce un ostacolo fisso non deformabile. Nel caso di ostacoli mobili o deformabil l'EBS deve essere calcolato ed inserito manualmente dall'utente. Se l'ostacolo è un altro veicolo nella database il pulsante* ***"Mostra veicolo contrapposto*** *consente di* selezionare l'ostacolo.

I dati dei test non contenuti nel database possono essere inseriti manualmente nella parte in basso a sinistra della finestra per calcolare i coefficienti di deformazione A e B. Questi possono essere digitati dall'utente nella parte in basso a destra della finestra se sono noti da fonti esterne.

Deformazione Veicolo

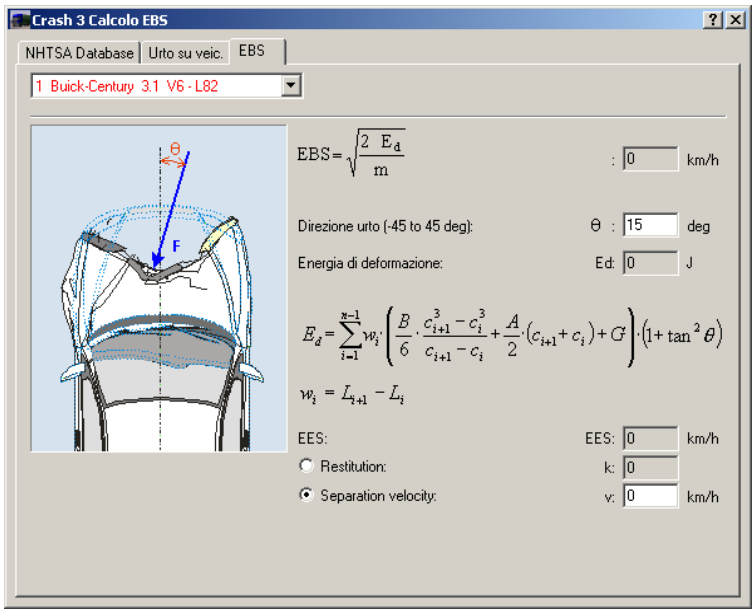

Crash 3 Calcolo EBS
NHTSA Database
Urto su veic.
EBS
1 ALFA ROMEO-Alfa 147 GTA
Prof. deform.
Numero misurazioni urto:
5
C1 C2 C3 C4 C5 C6
0 0.38 0.684 0.601 0 0 m
L1 L2 L3 L4 L5 L6
0 0.458 0.814 1.142 1.484 0 m
C7 C8 C9 C10 C11 C12
0 0 0 0 0 0 m
L7 L8 L9 L10 L11 L12
0 0 0 0 0 0 m

In questa finestra vanno inserite le deformazione musurate sul veicolo. È possibile inserire da due a dodici misure di deformazione. Non è necessario che tali misure siano ad intervalli di distanza regolari.

I valori possono essere inseriti negli appositi campi o posizionandoli con il mouse sulla figura. L'immagine corrisponde ai valori nei campi per visualizzare la deformazione. La griglia nella figura misura sempre 0,5 m.

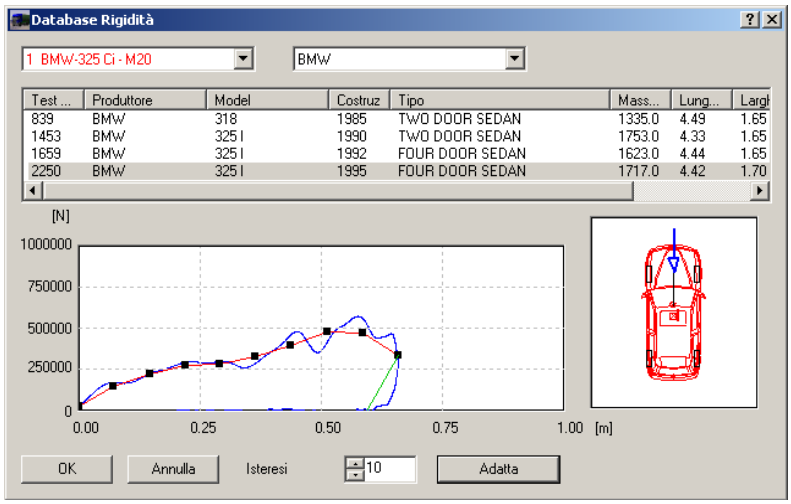
Non è necessario posizionare la deformazione rispetto al CG, dato che con questa opzione si calcola soltanto l'EBS (e non il risultante cambiamento di rotazione del veicolo).

EBS



Questa finestra mostra i risultati dei calcoli e dunque l'EBS e l'energia di deformazione del veicolo, tenendo conto anche della direzione della forza dell'urto. L'angolo d'urto all'interno del quale è applicabile il metodo è limitatoi fra +/-45°.

Database Rigidezze


Database Rigidità
1 BMW-325 Ci - M20
BMW
Test ... | Produttore | Model | Costruz | Tipo | Mass... | Lung... | Largh
839 | BMW | 318 | 1985 | TWO DOOR SEDAN | 1335.0 | 4.49 | 1.65
1453 | BMW | 325 I | 1990 | TWO DOOR SEDAN | 1753.0 | 4.33 | 1.65
1659 | BMW | 325 I | 1992 | FOUR DOOR SEDAN | 1623.0 | 4.44 | 1.65
2250 | BMW | 325 I | 1995 | FOUR DOOR SEDAN | 1717.0 | 4.42 | 1.70
[N]
1000000
750000
500000
250000
0
0.00
0.25
0.50
0.75
1.00
[m]
OK
Annulla
Isteresi
10
Adatta

Il database contiene i parametri di rigidezza di diversi veicoli derivati da prove di crash. La rigidezza è fornita sotto forma di caratteristica forza/distanza.

Le curve caratteristiche possono essere utilizzate nel modello d'urto basato sulla rigidezza, al posto della funzione di rigidezza lineare, per rendere le forze di deformazione più realistiche. Per ulteriori dettagli sul modello d'urto basato sulla rigidezza consultare il capitolo Modello d'urto basato sulla Rigidezza a pagina 175.

Veicolo

Permette di selezionare il veicolo al quale vanno associate le caratteristiche di rigidezza.

Veicolo testato

Innanzitutto selezionare il costruttore del Veicolo del test poi scegliere nel database l'elenco dei test disponibili. Quando si seleziona un file le caratteristiche forza/distanza saranno mostrate con una linea blu. La direzione della forza d'urto applicata nel test è mostrata con una freccia blu nel disegno schematico sulla destra della finestra di dialogo.

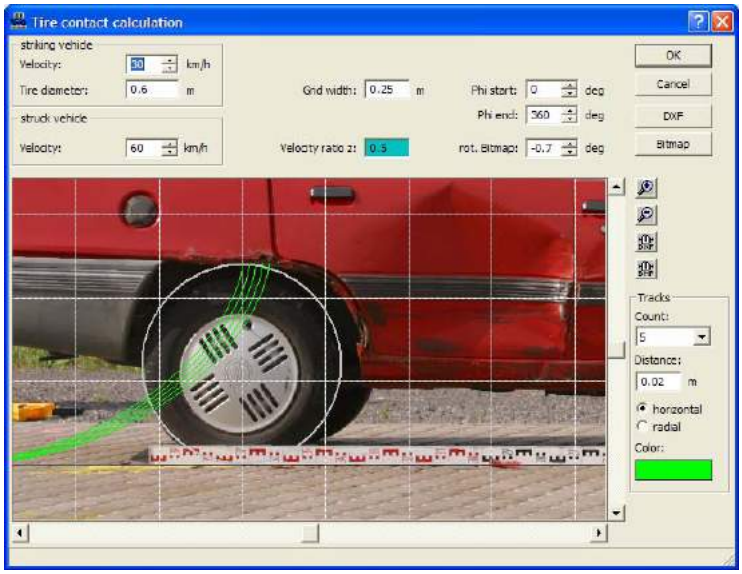
Adatta

Premendo questo pulsante il SW adatta la linea rossa (utilizzata nel calcolo) facendo coincidere 10 suoi punto con quelli della curva blu. È anche possibile modificare manualmente la linea rossa trascinando i punti sulla griglia con il mouse per personalizzare la funzione rigidità.

Isteresi

L'isteresi (linea verde) è descritta come un valore percentuale della profondità di deformazione totale. Mostra l'elasticità del veicolo e solitamente un valore del 10 percento sulla deformazione totate è adeguato a rappresentare il fenomeno.

Calcolo del contatto dello pneumatico



La finestra 'Calcolo del contatto dello pneumatico' è uno strumento per il calcolo e l'analisi delle tracce lasciate dal contatto degli pneumatici sulle fiancate dei veicoli.

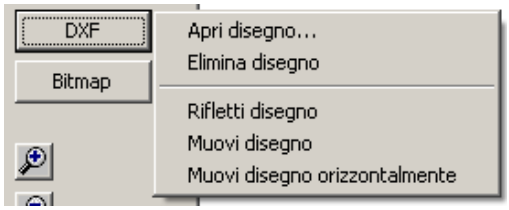
OK

Accetta le modifiche e chiude la finestra.

Annulla

Chiude la finestra di dialogo senza accettare i dati inseriti.

DXF



Mostra un nuovo menu con le seguenti voci:

Carica disegno…: apre la finestra 'Seleziona file DXF'

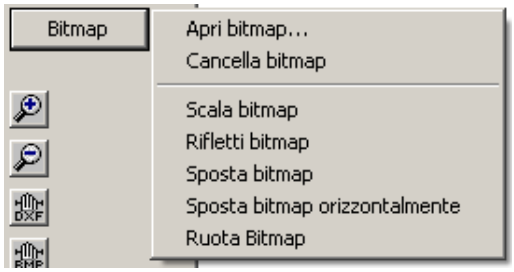
Elimina disegno: elimina il disegno attivo

Rifletti disegno: mostra l'immagine speculare del disegno

Muovi disegno: permette di muovere il disegno, stessa funzione del pulsante (Muovi Disegno DXF).

Muovi disegno orizzontalmente: permette di muovere orizzontalmente il disegno, come il pulsante (Muovi Disegno DXF) in combinazione con il tasto <SHIFT>.

Bitmap

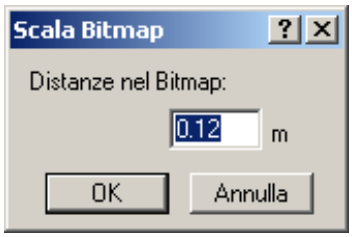


Mostra un menu con le seguenti voci:

Carica Bitmap …: Carica un file bitmap nella finestra "Calcolo del contatto dello pneumatico".

Elimina bitmap: Elimina un bitmap caricato nella finestra "Calcolo del contatto dello pneumatico".

Scala bitmap: permette di reimpostare la scala del bitmap, inserendo la "Distanza reale" nella finestra Scala Bitmap.



Rifletti bitmap: mostra l'immagine speculare del bitmap attivo.

Muovi bitmap: Muove il bitmap (tenendo premuto il tasto sinistro del mouse) nella posizione desiderata.

Muovi bitmap orizzontalmente: Muove il bitmap solo orizzontalmente (tenendo premuto il tasto sinistro del mouse) nella posizione desiderata.

Ruota bitmap: permette di ruotare di un angolo definito il bitmap selezionato. Premere e tenere premuto il tasto sinistro del mouse mentre si muove il puntatore lungo l'aangolo di rotazione del bitmap.

Avvicina il punto di osservazione ai veicoli.

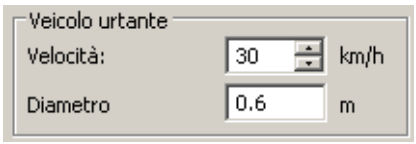
Allontana il punto di osservazione dai veicoli

Permette di muovere il disegno posizionando il puntatore sul disegno e, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, spostando il puntatore fino alla nuova posizione.

Permette di muovere il bitmap posizionando il puntatore sul bitmap e, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, spostando il punatatore fino alla nuova posizione.

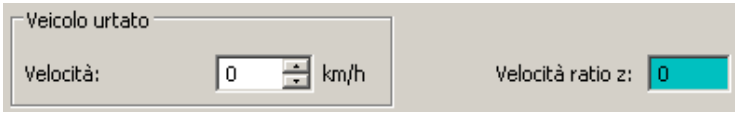
Veicolo che urta

Si deve definire la velocità e il diametro degli pneumatici del veicolo che provoca l'urto. La forma dello pneumatico sarà visualizzata in grigio sul grafico.



Veicolo urtato

Per il Veicolo urtato bisogna definire la velocità poiché la base per il calcolo è il rapporto delle velocità dei due veicoli. Tale valore è mostrato sotto la voce Rapporto velocità, che è definito come il rapporto tra la velocità del veicolo che urta e quella del veicolo urtato.



Larghezza griglia

Definisce la spaziatura delle linea della griglia.

Phi Iniziale

Definisce il punto di partenza del disegno delle tracce di contatto dello pneumatico in relazione all'angolo di rotazione del Veicolo che urta.

Phi Finale

Definisce il punto finale del disegno delle tracce di contatto dello pneumatico in relazione all'angolo di rotazione dello pneumatico che urta.

Rot. Bitmap

Il bitmap può essere ruotato usando questo campo per definire l'angolo di rotazione. L'angolo di rotazione del bitmap attivo è visualizzato in questo campo.

Tracce

Permette di inserire i parametri per il disegno delle tracce.

Campo di selezione per il **conteggio** delle tracce; permette di inserire da 1 a 20 tracce, la distanza tra le tracce è definita nel campo *Distanza*

Campo per inserire la **distanza** tra le tracce; il conteggio delle tracce è definito nel campo *Conteggio*

la visualizzazione delle tracce può essere **orizzontale** o **radiale**

per selezionare il colore delle tracce visualizzato sullo schermo.

Sistema Multibody

Opzione del menu che permette di visualizzare e modificare i parametri del sistema Multibody. I sistemi Multibody possono essere pedoni, passeggeri, veicoli a due ruote o altri oggetti personalizzati. Ogni sistema multibody è composto da un corpo o da più corpi legati da giunture e/o sistemi di molle/ammortizzatori.

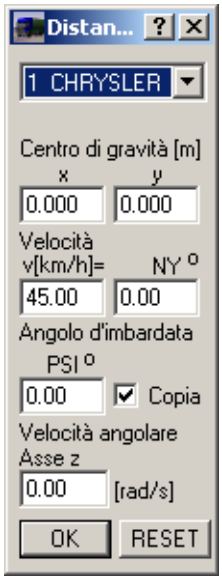
Consultare il capitolo **Modello Multibody** per ulteriori informazioni sull'utilizzo dei sistemi multibody.

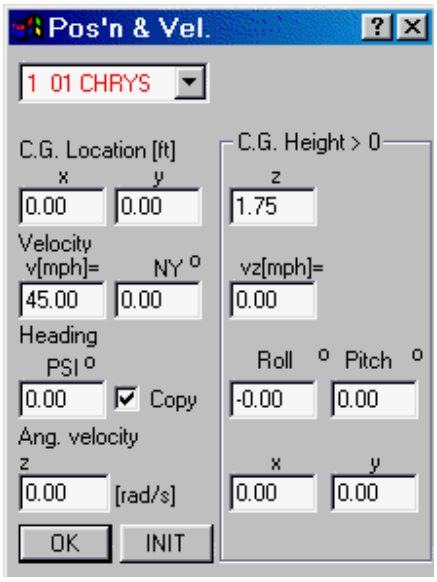
Dinamica

Il menu Dinamica permette di stabilire le condizioni iniziali di ogni veicolo, di eseguire calcoli cinematici, di definire i percorsi dei veicoli e le caratteristiche dello sfondo.

Posizione e Velocità (F7)

La finestra di dialogo Posizione e Velocità consente di specificare, per ciascun veicolo, la posizione iniziale, la velocità lineare e quella di rotazione. Per simulazioni tridimensionali (altezza del centro di gravità > 0), si possono specificare anche la posizione e la velocità lungo z, la velocità e gli angoli di rollio e beccheggio e le velocità di rotazione. Nella finestra di dialogo si possono vedere i valori intermedi di tutti questi parametri in qualsiasi momento del percorso del veicolo.





Descrizione delle voci della finestra Posizione e Velocità

Veicolo

L'elenco serve per selezionare il veicolo del quale vengono definiti i parametri.

Posizione C.G.

La posizione del centro di gravità di ciascun veicolo può essere stabilita dando le sue coordinate X, Y (e Z per la simulazione 3D). L'altezza statica del centro di gravità definita nella finestra Geometria Veicolo è il valore predefinito dell'asse delle Z.

Velocità

Vengono usati tre valori per definire la velocità:

- **V**: Velocità nel piano X/Y
- **NY**: Direzione della velocità (gradi antiorari dall'asse delle X)
- **Vz**: Velocità nella direzione dell'asse delle Z (soltanto per simulazioni 3D e valori positivi)

Angoli

L'imbardata e (per simulazioni 3D) rollio e beccheggio descrivono la rotazione del veicolo rispetto ai tre assi principali:

- **PSI**: direzione del veicolo (gradi antiorari rispetto all'asse delle x). L'angolo di imbardata di un veicolo è uguale a NY meno PSI.
- **Rollio**: Rotazione lungo l'asse longitudinale (gradi antiorari per l'osservazione frontale).
- **Beccheggio**: Rotazione lungo l'asse trasversale (gradiantiorari per l'osservazione da sinistra).

Copia (☑)

Se l'opzione Copia è attivata, verrà copiata la direzione della velocità NY nella direzione di marcia (PSI) del veicolo. In questo caso non c'è imbardata all'inizio della simulazione.

Se l'opzione è disattivata, si possono scegliere diversi valori per NY e PSI, e in questo caso è presente una condizione di imbardata iniziale. Inoltre, si può definire un veicolo in retromarcia stabilendo NY contrario a PSI.

Velocità angolare

I tre valori della velocità angolare lungo i tre assi principali sono:

- **Asse Z**: velocità di imbardata (verso positivo antiorario)
- **Asse X**: velocità di rollio (verso positivo, antiorario se visto frontalmente)
- **Asse Y**: velocità di beccheggio (verso positivo, antiorario se visto da sinistra).

Tutti i valori sono in radianti/secondo (1 radiante = 57.296^{o}) o gradi/secondo, come stabilito nella finestra **Opzioni – Opzioni -Impostazioni Predefinite**.

OK

Accetta i dati inseriti e chiude la finestra.

Reset

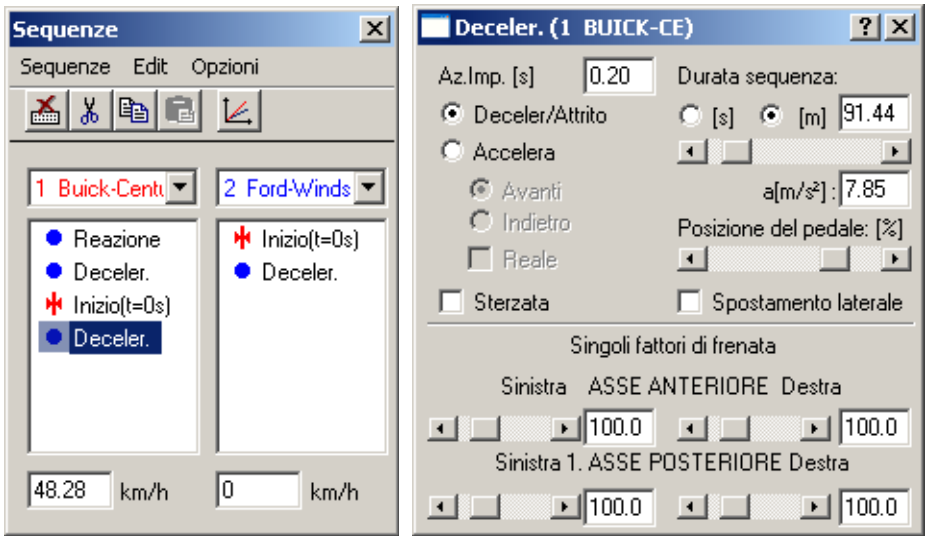
Dopo aver cliccato sul pulsante di reset, i seguenti valori si azzerano:

- Rollio - Rotazione lungo l'asse longitudinale
- Beccheggio - Rotazione lungo l'asse laterale
- Velocità di rotazione lungo l'asse delle X
- Velocità di rotazione lungo l'asse delle Y
- Velocità di rotazione lungo l'asse delle Z .

Nota: *nel caso di un veicolo con un rimorchio, la velocità e la posizione di quest'ultimo si adeguano automaticamente ai valori del mezzo trainante.*

Sequenze (F6)

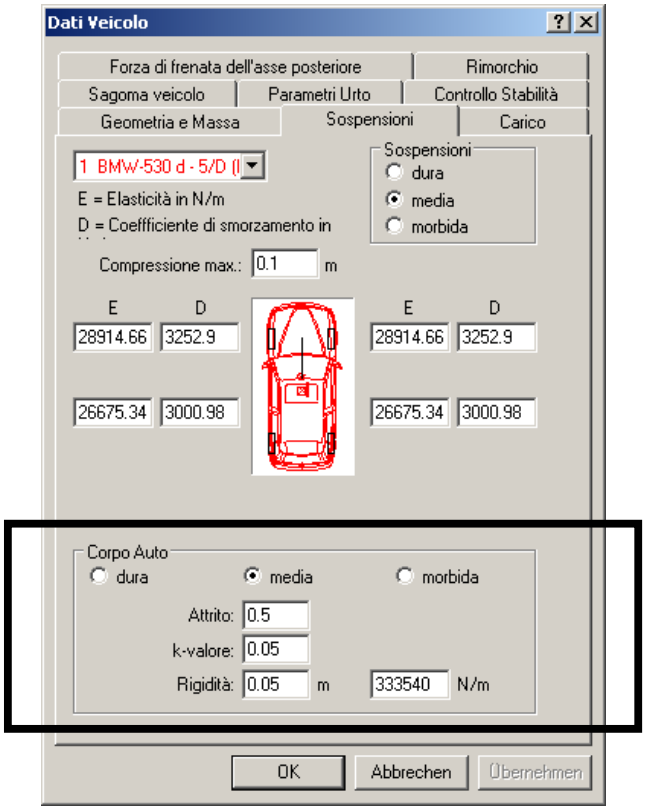
Si utilizzano le sequenze per programmare il movimento di ciascun veicolo, si può inserie la reazione del conducente così come azioni di frenata, accelerazione e sterzata del veicolo.



Consultare il Capitolo **Programmare Sequenze** per una descrizione dettagliata.

Individuazione Ribaltamento

Quando si seleziona Individuazione Ribaltamento, il programma prende in considerazione le forze di contatto carrozzeria - terreno sulla base delle caratteristiche della Carrozzeria specificate in **Veicolo – Impostazioni Veicolo – Proprietà Sospensioni**. In caso contrario il veicolo in fase di ribaltamento scivolerà lungo la superficie stradale senza risentire degli urti al suolo.



Consultare la descrizione fatta precedentemente in **Veicolo – Impostazioni Veicolo – Proprietà Sospensioni** e anche il **Manuale Tecnico**, per ulteriori informazioni sul modello di ribaltamento.

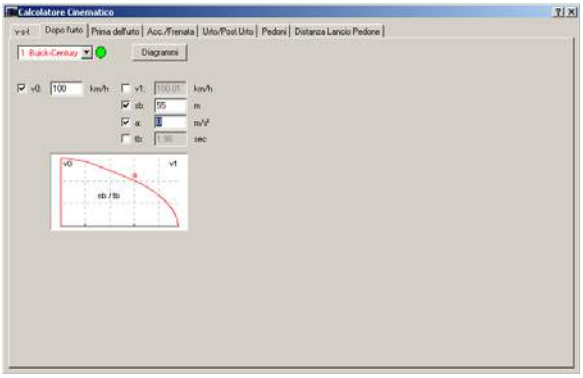
Calcoli Cinematici

Si tratta di finestre che consentono di eseguire i calcoli cinematici sul moto dei veicoli.

Se si seleziona questa opzione del menu si apre la finestra dei calcoli cinematici che include le seguenti voci:

- Post-urto
- Pre-urto
- Acc./Frenata
- Collisione/Post Urto
- Pedone
- Distanza di lancio del pedone
- vst

Post-urto

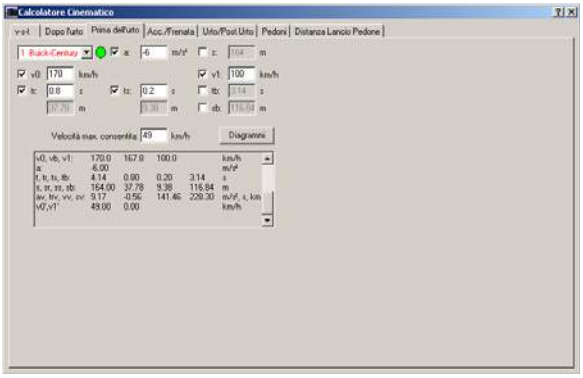


In questa finestra si esegue il calcolo delle fasi post urto quali quelle di pura frenata / accelerazione. Selezionando 3 dei 5 parametri e premendo il tasto TAB vengono eseguiti i calcoli. Parametri:

v0	Velocità iniziale
v1	Velocità finale
sb	Accelerazione / distanza frenata
a	Accelerazione / decelerazione
tb	Accelerazione / tempo di frenata

Il pulsante Diagrammi apre la finestra Diagrammi per visualizzare i grafici dei valori calcolati. La pressione di Diagrammi inserisce anche automaticamente le sequenze corrette nella finestra.

Pre-urto



In questa finestra possono essere esaminate le fasi di reazione del conducente e di frenata prima dell'Inizio (t=0). Selezionando 5 degli 8 parametri e premendo il tasto TAB vengono eseguiti i calcoli. I parametri sono:

v0	Velocità iniziale
tr	Tempo di reazione
ab	Decelerazione in frenata
ts	Tempo di ritardo della frenata
s	Distanza totale fino all'arresto (sr + ss + sb)
v1	Velocità finale (all'urto)
tb	Tempo di frenata
sb	Distanza di frenata
vlimit	Velocità massima consentita (limite di

velocità)

Vengono calcolati anche i valori dell'evitabilità e la velocità d'urto per la massima velocità consentita.

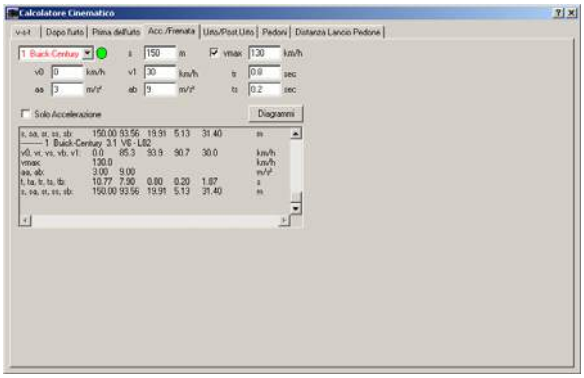
Nella finestra dei valori vengono mostrati::

v0 Velocità iniziale
vb Velocità all'inizio della frenata
v1 Velocità all'urto
a Decelerazione in frenata
t Tempo totale
tr Tempo di reazione
ts Tempo di ritardo della frenata
tb Tempo di frenata
s Distanza totale
sr distanza di reazione
ss Distanza di ritardo della frenata
sb Distanza di frenata
av Decelerazione per evitare l'urto
trv Tempo di reazione per evitare l'urto
vv Velocità per evitare l'urto
sv Distanza per evitare l'urto
v0' Massima velocità consentita (vlimit)
v1' Velocità all'urto nell'ipotesi che il veicolo marciasse alla massima velocità consentita **v0'** invece di **v0**

Il pulsante del diagramma

permette di visualizzare i grafici dei valori calcolati. La pressione di Diagrammi inserisce anche automaticamente le sequenze corrette nella finestra.

Acc./Frenata



In questa finestra si prende in esame un'accelerazione pre urto seguita da una frenata (prima della sequenza Inizio (t=0). La velocità del veicolo può essere limitata selezionando vmax. Anche se i valori dell'accelerazione specificati sono tali da superare la Vmax, il veicolo, raggiuntala, non la supererà e procederà a velocità costante.

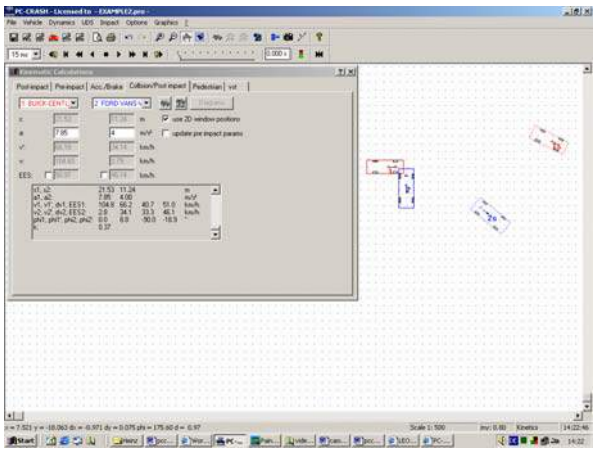
v0 Velocità iniziale
aa Accelerazione durante il tempo di reazione del conducente
s Accelerazione Totale + distanza di frenata
v1 Velocità all'urto
ab Decelerazione in frenata
vmax Massima velocità consentita
tr Tempo di reazione
ts Tempo di ritardo della frenata

Vengono calcolati i seguenti valori.

v0	Velocità iniziale
vr	Velocità all'inizio della reazione
vs	Velocità all'inizio del ritardo di frenata
vb	Velocità all'inizio della frenata
v1	Velocità all'urto
vmax	Limite di velocità del veicolo
aa	Accelerazione
ab	Decelerazione in frenata
t	Tempo totale
ta	Tempo dell'accelerazione
tr	Tempo di reazione
ts	Tempo di ritardo della frenata
tb	Tempo di frenata
s	Distanza totale
sa	Distanza di accelerazione
sr	Distanza di reazione
ss	Distanza del ritardo di frenata
sb	Distanza di frenata

Il pulsante del diagramma Diagrams permette di visualizzare i grafici dei valori calcolati. La pressione di Diagrammi inserisce anche automaticamente le sequenze corrette nella finestra.

Collisione/Post urto



In questa finestra possono essere analizzati i seguenti parametri:

v	Velocità pre urto
v'	Velocità Post Urto
EES	Velocità di energia equivalente
s	Distanza post urto
a	Decelerazione media post urto

Ci sono due metodi per determinare la velocità pre urto sulla base di una decelerazione media post urto specificata:

- Disattivare ☑ usa posizione finestra 2D e specificare una distanza ed una percentuale di decelerazione rispetto al valore massimo nei campi appropriati.
- Attivare ☑ usa posizione finestra 2D e definire la posizione iniziale e di arresto muovendo i veicoli col mouse. Per posizionare il veicolo nella posizione iniziale cliccare sul pulsante 'Posiziona Veicolo nella

Posizione Iniziale' e per la posizione di arresto, cliccare sul pulsante 'Posiziona Veicolo nella Posizione di Arresto'. Specificare la percentuale della decelerazione media rispetto al valore massimo come sopra (l'effetto dell'orientamento del veicolo non è preso in considerazione, dato che questo è un semplice calcolo cinematico.

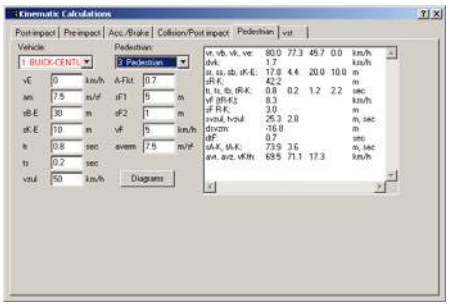
I valori nei campo vengono immediatamente aggiornati. Se è attivo aggiorna parametri pre urto, la velocità della collisione verrà aggiornata per i calcoli pre urto.

Si può anche definire il valore EES per un Veicolo nel qual caso l'EES per il secondo veicolo verrà calcolato di conseguenza.

Vengono calcolati i seguenti valori:

s1 distanza post urto veicolo1
s2 distanza post urto Veicolo 2
a1 decelerazione media post urto Veicolo 1
a2 decelerazione media post urto Veicolo 2
v1 velocità all'urto Veicolo 1
v1' velocità post urto veicolo 1
dv1 Delta v veicolo1
EES1 EES per veicolo1
v2 velocità all'urto veicolo2
v2' velocità post urto veicolo2
dv2 Delta v veicolo2
EES2 EES per veicolo2
phi1 direzione pre urto del vettore velocità veic1
phi1' direzione post urto del vettore velocità veic1
phi2 direzione pre urto del vettore velocità veic2
phi2' direzione post urto del vettore velocità veic2
k coefficiente di restituzione

Pedone



In questa finestra si analizzano i seguenti valori:

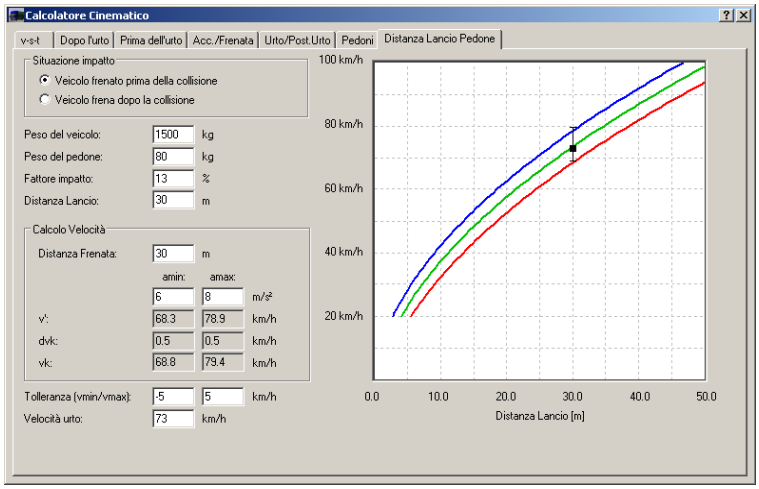
vE Velocità alla fine della distanza presa in analisi
am Decelerazione media della frenata
sB-E Distanza inizio frenata – posizione di arresto
sK-E Distanza collisione - posizione di arresto
tr Tempo di reazione
ts Tempo di ritardo della frenata
vzul Velocità consentita
A-Fkt Fattore di collisione
sF1 Distanza fino alla collisione
sF2 Distanza necessaria partendo dalla collisione affinché il pedone esca dall'area di pericolo
vF Velocità del pedone

averm Accelerazione media per calcolare l'evitabilità

Si calcolano I seguenti valori:

vr Velocità all'inizio della reazione
vb Velocità all'inizio della frenata
vk Velocità di collisione
ve Velocità alla fine della distanza presa in esame
dvk Cambio della velocità dovuto alla collisone con il pedone
sr Distanza durante la reazione
ss Distanza del ritardo della frenata
sb Distanza di frenata
sK-E Distanza collisione-posizione di arresto
sR-K Distanza reazione-collisione
tr Tempo di reazione
ts Tempo di ritardo della frenata
tb Tempo di frenata
tR-K Tempo reazione – collisione
vF (tR-K) Velocità calcolata del pedone per percorrere la distanza pre urto durante la reazione e collisione
sF R-K Distanza pre urto del pedone, calcolata con il vF (tR-K)
svzul Distanza per l'arresto per vzul
tvzul Tempo di arresto per vzul
dsvzm Distanza posizione di quiete per vzul – collisione
dtF Tempo necessario al pedone per uscire dalla zona di pericolo,, partendo dal punto d'urto
sA-K Distanza reazione-collisione
tA-K Tempo reazione- collisione
vr Velocità per l'evitabilità in base alla distanza
vz Velocità per l'evitabilità in base al tempo
vKth Velocità teorica del pedone per superare la zona della collisione

Distanza di lancio del pedone



In questa finestra si calcola la velocità d'urto nel caso di investimento del pedone determinando la distanza di lancio del corpo. Il calcolo si basa su valutazioni statistiche derivate da indagini su incidenti reali. Sperimentalmente si è verificato che due differenti situazioni influenzano la lunghezza del lancio:

- Veicolo frenato prima dell'urto
- Veicolo frenato subito dopo l'urto

Peso del Veicolo

Specifica il peso totale del veicolo

Peso pedone

Specifica il peso del pedone

Fattore d'urto

Il fattore d'urto è determinato da diverse componenti quali l'altezza dell'urto, il tipo di veicolo ed altri parametri.

Distanza di lancio

Specifica la distanza misurata di lancio del corpo. La misurazione comincia al punto d'urto.

Distanza di frenata

Specifica la distanza totale di frenata del veicolo.

amin e amax

Specificano la minima e la massima decelerazione del veicolo in frenata.

v'

specifica le velocità post urto con amin rispetto ad amax.

dkv

Specificano la perdita di velocità nel punto d'urto con amin rispetto ad amax.

vk

Specificano la velocità pre urto (velocità all'urto) con amin rispetto ad amax. Tali valori sono mostrati nel diagramma con una linea verticale nera.

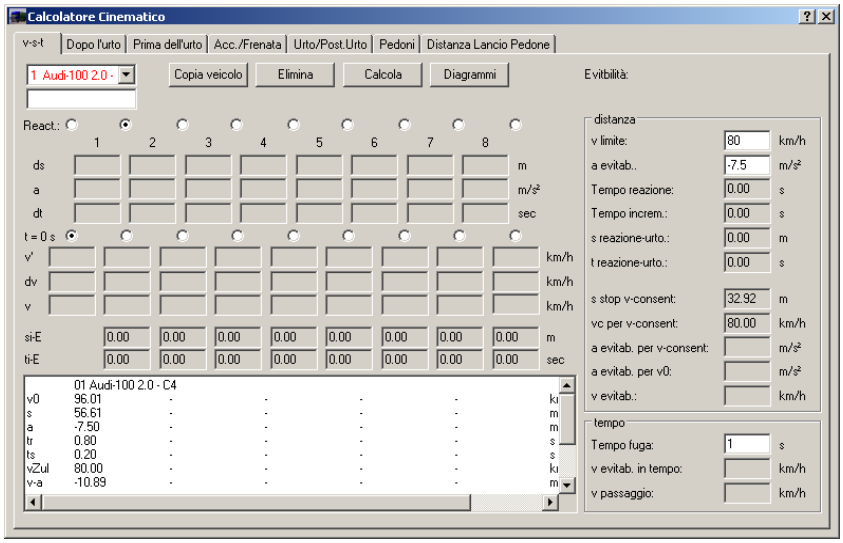
Tolleranza (vmin / vmax)

Le velocità di tolleranza specificano le linee di tolleranza nel grafico Distanza-Velocità, ad es. il grafico blu e rosso.

Velocità all'urto

In questo campo si può inserire la presunta velocità d'urto. Il valore è mostrato nel grafico con un indicatore nero. Se tutti i valori sono stati inseriti correttamente, l'indicatore dovrebbe trovarsi tra i grafici di tolleranza nel diagramma.

vst



La finestra VST consete di svolgere i Calcoli cinematica quando siano note le diverse sequenze.

I valori vanno immessi da sinistra a destra. Cominciare con la velocità pre urto **v'** e una variazione di velocità **dv** (se non c'è urto usare dv=0). Poi è possibile inserire una sequenza, definire 2 valori dei 3 parametri **ds**, **a**, **dt**. Cliccando sul pulsante **Calcola** il programma esegue i calcoli.

Nella parte destra della finestra dei dati si possono definire le sequenze del ritardo di frenata (**Ritardo**– e della reazione (**Reaz**.).

Nei campi **si-E** e **ti-E** sono visualizzate le distanze ed i tempi delle sequenze sommati.

Premendo il pulsante **Diagrammi,** le sequenze si trasferiscono al veicolo selezionato e vengono rappresentate nella finestra del diagramma. Allo stesso tempo le sezioni appropriate (Accelerazione, Frenata, Urto) sono inserite nella finestra Sequenze. La posizione delle sequenze in relazione alla Sequenza Inizio (**t=0s**)possono essere definite usando il campo di opzione tra le diverse sezioni.

Per studiare l'evitabilità si può definire una accelerazione di evitabilità (**a evit**) e un limite di velocità (**vlimit**).

Evitabilità nello spazio

I valori dell'evitabilità (**a evit** e **vlimit**) sono utilizzati insieme al tempo di reazione, la distanza dal punto di reazione al punto d'urto (**s reaz-coll.**) e il tempo dal punto di reazione al punto d'urto (**t reaz-coll.**) per calcolare le condizioni per evitare l'urto.

Se il veicolo avesse rispettato il limite di **vlimit**, allora sarebbe stata necessaria una distanza di **s stop v-consentita** per frenare, un valore di decelerazione di **a evit. per v-consentita** per fermarsi prima del punto d'urto o avrebbe avuto una velocità d'urto di **vc per v-consentita**.

Inoltre vengono visualizzati il valore di decelerazione necessario **a evit. per v0** per arrestare il veicolo con la velocità reale e la massima velocità **v evitabilità** che avrebbe evitato l'urto,

Evitabilità nel tempo

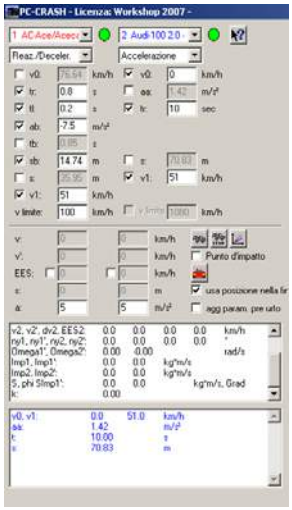
Se si può specificare il **tempo di fuga** necessario perché l'altro veicolo coinvolto lasci l'area dell'urto senza collisione, si possono calcolare la velocità massima del veicolo **v evit. nel tempo** per oltrepassare l'altro veicolo e la velocità **v superamento** che il veicolo ha quando supera l'altro

Se il tempo di fuga è così alto per cui la velocità di evitabilità deve essere talmente bassa che il veicolo si sarebbe fermato prima della zona d'urto (es. **v superamento** minore o uguale a 0), non viene calcolato alcun valore.

Barra strumenti Cinematici

La barra degli strumenti Cinematica consente di analizzare velocità, distanza, tempo ed accelerazione dei veicoli. Può essere selezionata, per ciascun veicolo, una delle seguenti tre opzioni di sequenza pre urto usando l'elenco nella parte superiore della finestra:

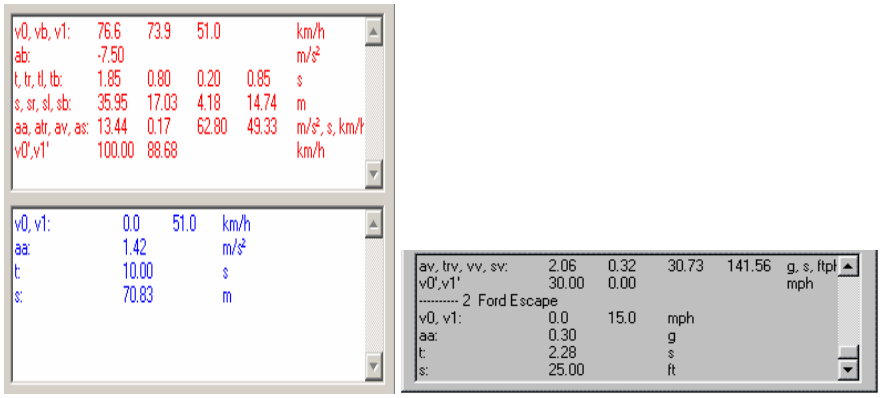
- Accelerazione
- Acc./Frenata
- Reazione/Frenata



I parametri per le opzioni Accelerazione e Reazione/Frenata, possono essere modificati soltanto dopo aver attivato le singole opzioni. Prima di eseguire i calcoli in ogno opzione deve essere selezionato un certo numero di parametri. Quando è stao inserito un numero sufficiente di parametri, la luce di controllo accanto alla casella dei veicoli passa da rosso a verde.

Per l'opzione Acc./Frenata è necessario inserire un valore per ogni parametro. Premendo tasto TAB dopo aver inserito i dati, si avviano i calcoli.

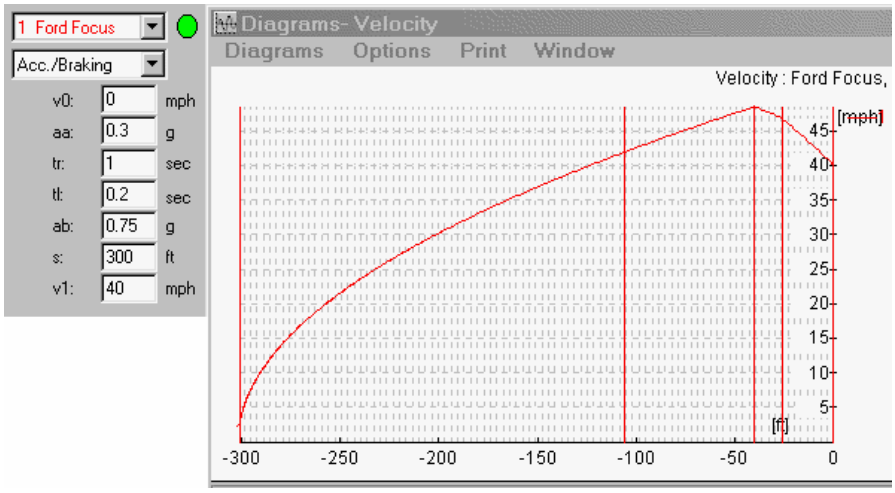
I valori calcolati sono mostrati nella parte inferiore della finestra Cinematica. Se la risoluzione dello schermo è sufficientemente alta ci sarà una finestra separata per ognuno dei veicoli. I valori calcolati in precedenza possono essere visualizzati con la barra di scorrimento a destra delle rispettive finestre.



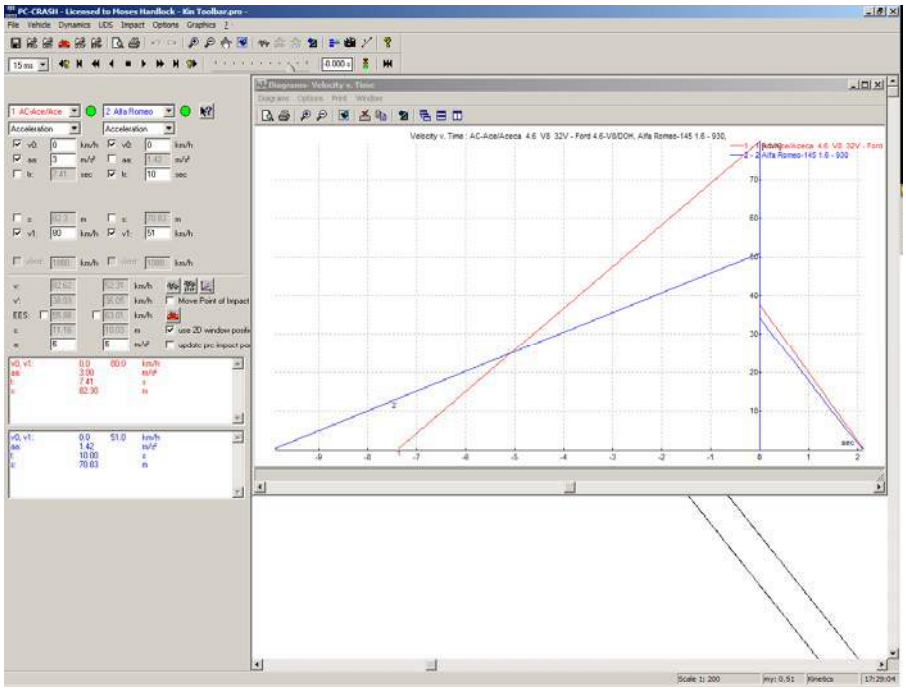
Possono apparire in questa finestra, a seconda delle opzioni scelte, le seguenti variabili:

v0	Velocità iniziale
vr	Velocità all'inizio della reazione
vl	Velocità all'inizio della frenata
vb	Velocità alla fine del tempo di ritardo della frenata
v1	Velocità all'urto
ab	Decelerazione in frenata
aa	Accelerazione
t	Tempo Totale
tr	Tempo di reazione
tl	Tempo di ritardo della frenata
tb	Tempo di frenata
s	Distanza totale
sr	Distanza di reazione
sl	Distanza del ritardo di frenata
sb	Distanza di frenata
av	Decelerazione di evitabilità
atr	Tempo di reazione di evitabilità
av	Velocità di evitabilità
as	Distanza di evitabilità
v0'	Massima velocità consentita (vlimit)
v1'	Velocità d'urto con la massima velocità consentita **v0'** invece di **v0**

Il pulsante Diagrammi apre la finestra Diagrammi per visualizzare i grafici dei valori calcolato. La pressione di Diagrammi inserisce anche automaticamente le sequenze corrette nella finestra Sequenze.



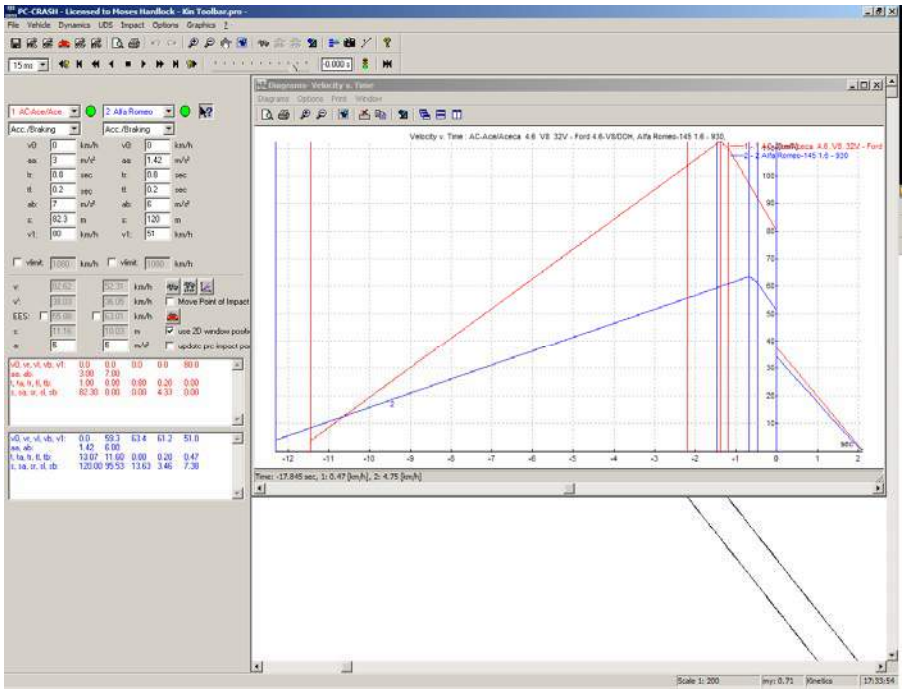
Accelerazione



L'accelerazione pre urto (prima della sequenza Inizio (t=0) si analizza selezionando Accelerazione nell'elenco. Specificare il valore di 3 dei 5 parametri:

v0	Velocità Iniziale
aa	Accelerazione
tr	Tempo di accelerazione
s	Distanza di accelerazione
v1	Velocità all'urto

Acc./Frenata

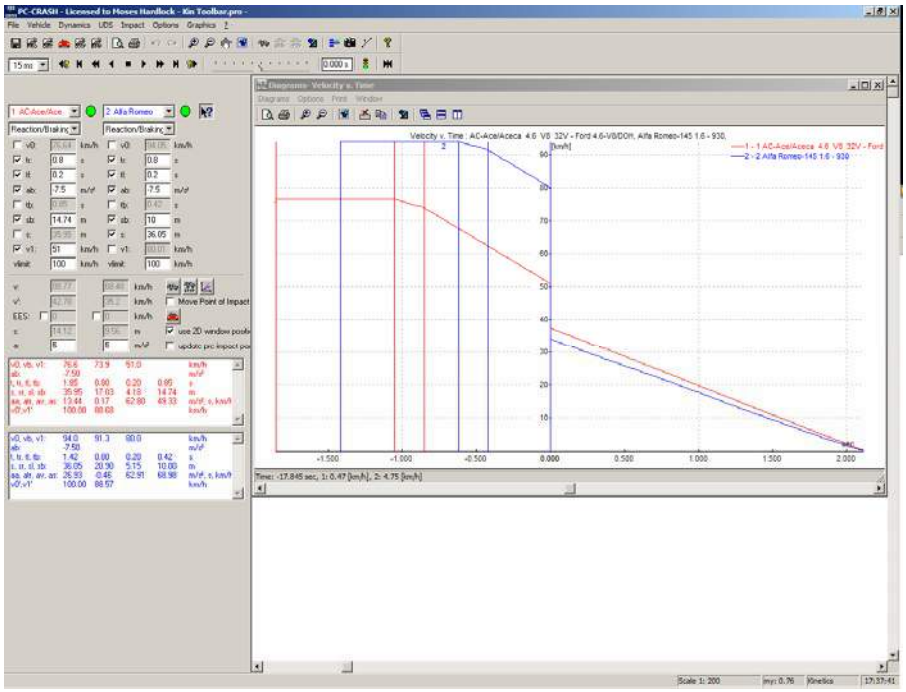


L'accelerazione pre urto seguita da una frenata pre urto (prima della sequenza dell'Inizio (t=0) prevede i seguenti parametri:

v0	Velocità iniziale
aa	Accelerazione durante il tempo di reazione del conducente
tr	Tempo di reazione
tl	Tempo di ritardo di frenata
ab	Decelerazione in frenata
s	Accelerazione totale + distanza di frenata
v1	Velocità all'urto
vlimit	Limite di velocità

La velocità del Veicolo può essere limitata selezionando **vlimit**. Quando il valori dell'accelerazione specificato è tale da superare questa velocità, una volta raggiunta questa sarà mantenuta costante.

Reazione/Frenata



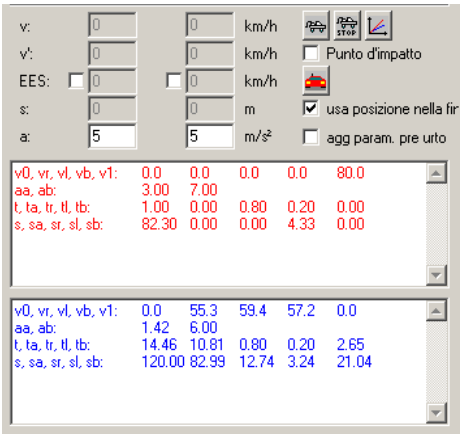
In questa finestra si analizza la reazione del conducente e la frenata pre-urto (prima della sequenza Inizio (t=0).

Vanno inseriti i valori di 5 degli 8 parametri:

v0	Velocità iniziale
tr	Tempo di reazione
tl	Tempo di ritardo della frenata
ab	Decelerazione in frenata
tb	Tempo di frenata
sb	Distanza di frenata
s	Distanza di arresto (sr + ss + sb)
v1	Velocità finale
vli	Velocità massima consentita (limite di
mi	velocità)
t	

Oltre a questi valori vengono calcolati l'evitabilità e la velocità all'urto per il **vlimit** specificato.

Post-Urto


v:
v':
EES:
s:
a:
km/h
km/h
km/h
m
m/s²
Punto d'impatto
usa posizione nella fir
agg param. pre urto
v0, vr, vl, vb, v1: 0.0 0.0 0.0 0.0 80.0
aa, ab: 3.00 7.00
t, ta, tr, tl, tb: 1.00 0.00 0.80 0.20 0.00
s, sa, sr, sl, sb: 82.30 0.00 0.00 4.33 0.00
v0, vr, vl, vb, v1: 0.0 55.3 59.4 57.2 0.0
aa, ab: 1.42 6.00
t, ta, tr, tl, tb: 14.46 10.81 0.80 0.20 2.65
s, sa, sr, sl, sb: 120.00 82.99 12.74 3.24 21.04

In questo campo si esaminano i seguenti valori:

v	Velocità pre urto
v'	Velocità post urto
EES	Energy Equivalent Speed
s	Distanza post urto
a	Decelerazione media post urto

Ci sono due metodi per determinare la velocità pre urto sulla base di una specifica decelerazione media post urto:

- Disattivare **Usa Posizione Finestra 2D** e specificare una distanza e la percentuale di decelerazione (rispetto al valore massimo) nei campi appropriati.
- Attivare **Usa Posizione Finestra 2D** e definire la posizione iniziale e di arresto muovendo i veicoli con il mouse. Per posizionare il veicolo nella posizione iniziale cliccare il pulsante Posiziona il Veicolo nella Posizione iniziale e per la posizione di arresto cliccare su Posiziona il Veicolo nella posizione di arresto. Specificare la percentuale di decelerazione media come sopra (l'effetto dell'orientamento del veicolo non è preso in considerazione dato che è un semplice calcolo cinematico).

I valori nella barra degli strumenti Cinematica sono aggiornati immediatamente. Se si attiva **Aggiorna Parametri Pre Urto** la velocità all'urto è aggiornata per i calcoli pre urto.

È possibile definire anche il valore EES per un veicolo nel qual caso l'EES del secondo sarà aggiornata di conseguenza. Utilizzare il pulsante EES per accedere al catalogo EES e per fare un paragone dei danni.

Il pulsante Diagrammi apre la finestra di visualizzazione dei grafici dei valori calcolati. Le sequenze pre urto corrette vengono simultaneamente aggiunte nella finestra Sequenze.

Evitabilità nel tempo

Questa opzione permette di calcolare le condizioni di evitabilità nel tempo sulla base di una simulazione che parte dal punto della reazione. Questo viene fatto riducendo gradualmente la velocità del veicolo scelto fino a raggiungere quella che consente evitare l'urto fra i veicoli. Tale velocità viene assunta come velocità di evitabilità del veicolo selezionato.

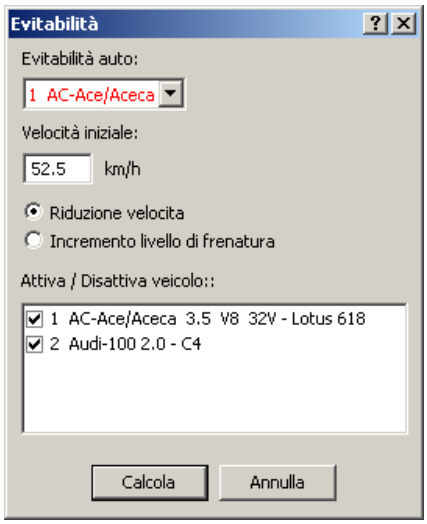
Affinché questa opzione funzioni in maniera corretta la simulazione deve iniziare nel punto di reazione del Veicolo selezionato. Dato che la maggior parte delle simulazioni cominciano nel primo punto d'urto (perché questa è la situazione della quale si conoscono più parametri) bisogna eseguire alcuni passi per spostare il punto di partenza al punto di reazione.

Innanzitutto occorre ricostruire la fase pre urto con la simulazione a ritroso: assicurarsi che tutti i veicoli siano inseriti nella simulazione al punto d'urto del veicolo selezionato. Se ad esempio le sequenze non sono abbastanza lunghe alcuni veicoli potrebbero fermarsi prima ("dopo" in termini temporali) che il veicolo scelto raggiunga il punto di reazione nella simulazione a ritroso. In tal caso modificare le sequenza di questi veicoli.

Con la barra di scorrimento del tempo regolare il tempo della simulazione al punto di reazione del veicolo selezionato. Premere quindi il pulsante per impostare il punto iniziale della simulazione in questo istante.

Può essere nInfine è necessario modificare le sequenze dei veicoli facendo in modo che tutte le sequenze dopo il punto di reazione del veicolo scelto siano spostate dopo il punto iniziale (riocordare che il punto iniziale è adesso il punto di reazione del veicolo scelto). A questo punto, eseguendo una simulazione in avanti, si può verificare se le sequenze sono corrette.

È ora possibile calcolare l'evitabilità nel tempo scegliendo l'opzione dal menu:



Veicolo evitabilità

È il veicolo selezionato, per il quale la velocità sarà gradualmente ridotta.

Riduci velocità

La velocità sarà ridotta in intervalli di 1km/h per evitare la collisione.

Aumenta livello frenata

La forza di frenata aumenta di intervalli di 0.1 m/s² per evitare l'urto. L'evitabilità attraverso il fattore frenata, dipende significativamente dalla distanza di frenata disponibile e dall'attrito del terreno.

Velocità iniziale

La velocità iniziale del veicolo per cui si calcola l'evitabilità.

Attiva/Disattiva

Qui si specifica quali veicoli saranno inclusi nella simulazione durante il calcolo. Si osservi che anche quando un veicolo non è attivato se interferisce con la traiettoria di un altro avviene una collisione e, in questo caso, la condizione di evitabilità non è valida.

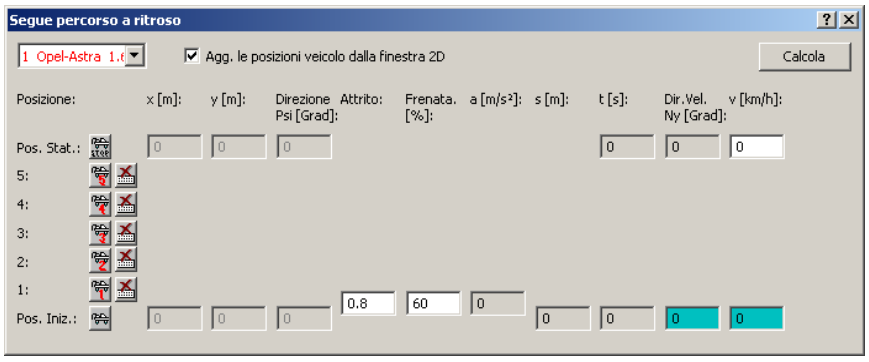
Calcola

Esegue i calcoli fino a raggiungere una velocità tale da evitare qualsiasi collisione.

Segui Percorso a ritroso …

Usando questa funzione di PC-Crash è possibile utilizzare le tracce al suolo lasciate dai veicoli, per ricostruire le condizioni post urto usando un modello di calcolo cinematico. Le velocità post urto calcolate e gli altri parametri possono essere utilizzati per ulteriori analisi delle condizioni pre urto.

Attivando questa opzione appare la seguente finestra:



Oltre alla posizione iniziale (posizione della collisione) si possono specificare la posizione di arresto e fino a 5 posizioni intermedie . La posizione di arresto dev'essere sempre specificata, le posizioni intermedie sono invece facoltative. Le posizioni intermedie possono essere eliminate con il pulsante .

Disattivando l'opzione **Aggiorna posizioni dei veicolo da finestra 2D**, si possono inserire posizioni precedentemente stabilite nei campi di inserimento appropriati specificando le coordinate e la direzione invece che definendone visivamente la posizione.

Per ogni sequenza tra due posizioni si può inserire un valore di attrito tra gli pneumatici ed il terreno e la percentuale della frenata. Da questi valori e dalle posizioni indicate si calcolano i risultati.

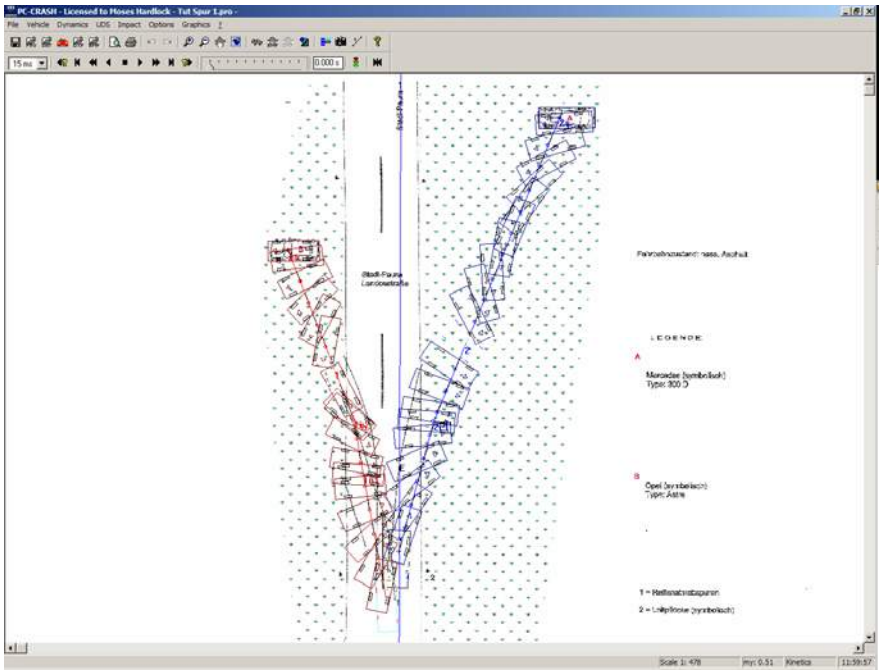
a Il valore di decelerazione calcolato per la sequenza tra due punti. Il valore è determinato dalla frenata e l'attrito.

	Per la parte laterale del movimento del veicolo si presuppone un valore di frenata del 100% a causa delle forza laterali dello pneumatico.
s	La distanza totale della posizione, partendo dalla posizione di quiete.
t	Il tempo totale in cui il veicolo raggiunge la posizione, partendo dalla posizione iniziale.
traiettoria Ny	La direzione della traiettoria del veicolo (rispetto al centro di gravità). La direzione della traiettoria post urto viene mostrata nel campo di inserimento dati in blu.
v	La velocità calcolata del veicolo nella posizione. La velocità post urto è visualizzata nel campo blu. La velocità nella posizione di arresto può essere regolata ad un valore diverso da 0 per indicare che la posizione di arresto non rappresenta la fine del movimento.

Il pulsante **Calcola** avvia i calcoli e associa i risultati al veicolo selezionato. Il veicolo adesso si muoverà come specificato dalle posizioni.

Nota importante:

Utilizzando questo tipo di calcolo il veicolo assume le posizioni ed i valori specificati, e non c'è garanzia che siano rispettate le leggi fisiche. Controllare sempre i risultati eseguendo una simulazione cinetica in avanti.



Definisci Punti del Percorso

Per ciascun veicolo si possono definire i percorsi da seguire. L'utente può specificare movimenti complessi del veicolo senza dove utilizzare sequenze di sterzata multiple. I percorsi specificati sono basati su curve (B-spline modificate di secondo ordine) definite dai punti selezionati dall'utente.

Attivando questa opzione, appare una barra degli strumenti:

Le funzioni di questi strumenti sono simili a quelle del programma di disegno.

muove e regola un percorso creato precedentemente. Per cancellare un percorso selesionarlo con questo strumento e premere il tasto CANC.

disegna un nuovo percorso. Cliccare e tenere premuto il pulsante sinistro del mouse per disegnare il primo punto e rilasciare per il secondo punto. Cliccare nei punti desiderati per definire il percorso desiderato. Dopo aver inserito tutti i punti, cliccare sul pulsante destro per terminare. Il percorso creato continuerà all'infinito prima del punto iniziale e dopo il punto finale.

Per aggiungere altri punti al percorso selezionarlo e cliccare con il tasto destro del mouse sulla posizione desiderata. Apparirà un menu che permette di inserire o eliminare un punto nella posizione scelta.

si usa per ruotare il percorso, dopo che è stato selezionato con . Il centro di rotazione si sposta nella posizione desiderata sullo schermo, e il percorso viene ruotato, usando il mouse con il tasto sinistro premuto.

per selezionare il Veicolo per il quale è stato disegnato o modificato il percorso.

Un veicolo segue un percorso diverso a seconda che venga usato per la simulazione il normale modello cinetico o quello cinematico. Il modello si può cambiare utilizzando il pulsante *Modello Simulazione* .

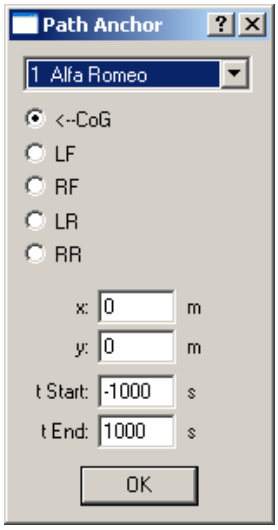
Quando si utilizza il modello **cinetico** il movimento, del veicolo sarà calcolato sulla bese delle sue caratteristiche, dei parametri del **Modello di guida** nel rispetto delle leggi della fisica. In questo caso il veicolo non seguirà esattamente il percorso, in particolar modo se la velocità è elevata. Consultare il **Manuale tecnico** per ulteriori informazioni sul modello fisico dei Percorsi.

Quando si utilizza il modello **cinematico**, il veicolo seguirà il percorso stabilito con la velocità attribuita, senza necessariamente rispettare le leggi della fisica. Spetta all'utente assicurarsi che il movimento del veicolo sia accettabile dato che il modello cinematico non effettua alcun controllo dinamico.

L'opzione **Definisci Punti del Percorso** è attiva finché non viene disattivata o fino a quando un'altra opzione richiede l'uso del mouse.

Ancora Veicolo

Questa opzione serve per selezionare il punto del veicolo (C.G. o una delle ruote) che deve seguire la traiettoria imposta in **Dinamica – Definizione punti del percorso**. Appare la seguente finestra di dialogo:



I campi **x** e **y** permettono di definire lo spostamento del punto di ancoraggio rispetto al Centro di Gravità inserendo la distanza desiderata dal punto selezionato (x è positivo verso la parte anteriore del veicolo, y è positivo verso la parte sinistra del veicolo).

È anche possibile definire l'intervallo di tempo durante il quale il veicolo dovrà seguire la traiettoria stabilita. I campi **t inizio** e **t fine** specificano il tempo iniziale e finale del movimento guidato. Queste impostazioni consentono, per esempio, di imporrte al veicolo di seguire il percorso soltanto nella fase pre urto.

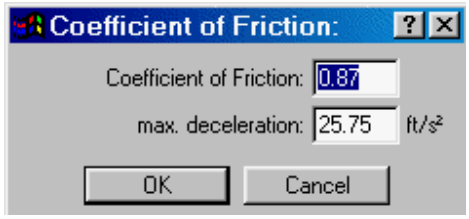
Definisci Poligoni di Attrito

Si possono definire, direttamente sullo schermo, aree nelle quali l'attrito del fondo stradale è differente da quello predefinito. Quando si seleziona questa opzione appare la seguente barra degli strumenti:

Le funzioni degli strumenti sono simili a quelle del programma di disegno.

muove e regola un poligono creato in precedenza. Un poligono può essere eliminato selezionandolo e premendo il tasto CANC.

serve per creare un poligono di attrito. Cliccare e tenere premuto il pulsante sinistro del mouse per disegnare il primo punto e rilasciare per il secondo punto. Cliccare nei punti desiderati per definire i punti seguenti. Dopo aver inserito tutti i punti del poligono, cliccare sul pulsante destro per chiudere l'ultimo lato del poligono. Apparirà una finestra di dialogo in cui inserire il valore di attrito desiderato. o la decelerazione massima; gli altri valori saranno calcolati automaticamente.



Inserite un valore di attrito per l'area del poligono. Si possono cambiare i valori in qualsiasi momento cliccando due volte nel poligono se l'opzione **Definisci Poligoni di attrito** è attiva.

Per aggiungere punti ad un poligono di attrito selezionarlo e cliccare con il tasto destro sulla posizione desiderata. Apparirà un menu che permette di inserire o eliminare un punto nella posizione scelta.

si utilizza per ruotare un poligono, dopo che è stato selezionato con .
Il centro di rotazione si sposta nella posizione desiderata sullo schermo, e il poligono viene ruotato, usando il mouse con il tasto sinistro premuto.

si utilizza per cambiare l'aspetto di un poligono.

L'opzione **Definizione Poligoni di attrito** è attiva finché non viene disattivata o fino a quando un'altra opzione richiede l'uso del mouse.

Nota: *nel caso di poligoni sovrapposti i valori delle rispettive aree di sovrapposizione sono determinati dai valori del poligono creato per primo. Per evitare la sovrapposizione, utilizzare lo strumento Aggancia mentre si disegna il poligono di attrito. Si attiva lo strumento Aggancia cliccando con il pulsante destro del mouse sulla barra del titolo degli Strumenti di disegno* .

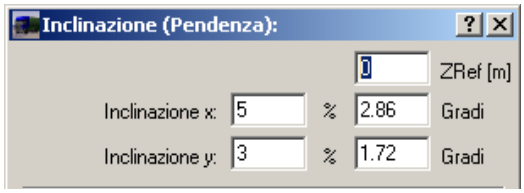
Quando un veicolo passa da un poligono a un altro, la posizione di ogni ruota viene considerata separatamente per determinare quale attrito subisce.

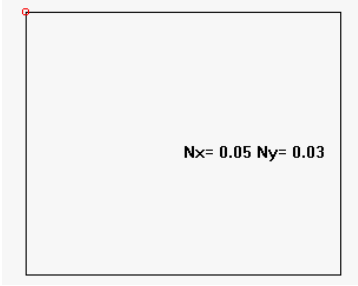
Le sequenze di attrito, definite nell'opzione ***Sequenze****, hanno priorità rispetto ai poligoni di attrito. In questo caso, quando un veicolo passa attraverso un poligono, il coefficiente di attrito del poligono viene ignorato.*

Definisci Pendenza della strada

Le pendenze della strada possono essere inserite nella finestra ***Definisci pendenza della strada*****.** Dopo aver creato la pendenza della strada, se il veicolo inizia la simulazione su di essa, le condizioni iniziali devono essere regolate in maniera appropriata posizionando il Veicolo sulla pendenza con lo strumento Carro Attrezzi e poi premendo il pulsante nuova Simulazione .

si utilizza per definire un poligono di pendenza. Cliccare e tenere premuto il pulsante sinistro del mouse per disegnare il primo punto e rilasciare per il secondo punto. Cliccare nei punti desiderati per definire i punti seguenti. Dopo aver inserito tutti i punti del poligono, cliccare sul pulsante destro per chiudere l'ultimo lato del poligono. Apparirà una finestra per inserire l'altezza e pendenza desiderate. Il primo punto del poligono di pendenza disegnato è indicato da un cerchio rosso sullo schermo ed è quello per cui si specifica l'altezza (Zref).





Dopo aver chiuso questa finestra, è possibile riaprirla cliccando due volte sul poligono di pendenza dopo aver cliccato su .

Per aggiungere punti ad un poligono di pendenza selezionarlo e cliccare con il tasto destro sulla posizione desiderata. Apparirà un menu che permette di inserire o eliminare un punto nella posizione scelta.

si utilizza per ruotare un poligono, dopo che è stato selezionato con . Il centro di rotazione si sposta nella posizione desiderata sullo schermo, e il poligono viene ruotato, usando il mouse con il tasto sinistro premuto.

si utilizza per cambiare l'aspetto di un poligono

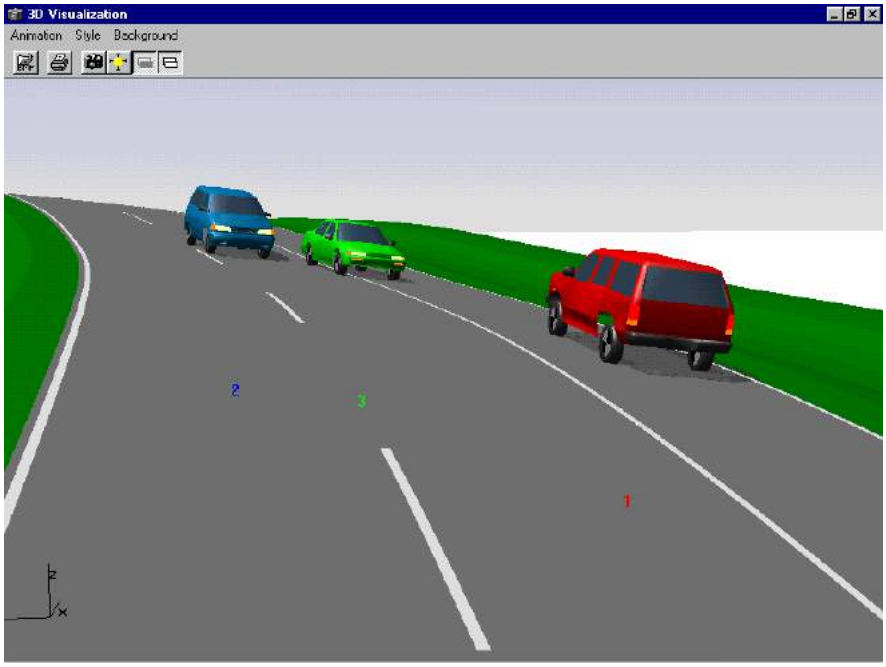
L'opzione **Definisci poligoni di Pendenza** è attiva finché non viene disattivata o fino a quando un'altra opzione richiede l'uso del mouse.

Nota: *nel caso di poligoni sovrapposti i valori delle rispettive aree di sovrapposizione sono determinati dai valori del poligono creato per primo. Per evitare la sovrapposizione, utilizzare lo strumento Aggancia mentre si disegna il poligono di attrito. Si attiva lo strumento Aggancia cliccando con il pulsante destro del mouse sulla barra del titolo degli Strumenti di disegno* .

Quando un veicolo passa da un poligono a un altro, la posizione di ogni ruota viene considerata separatamente per determinarne la pendenza e l'altezza.

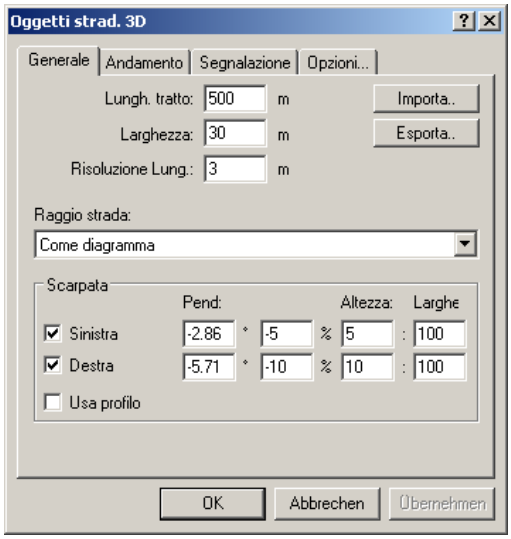
Crea oggetto stradale 3D

Con questa funzione si possono creare o importare superfici stradali 3D complesse. I veicoli riconosceranno le superfici degli oggetti stradali 3D durante la simulazione. Dopo aver creato un oggetto stradale 3D, se il veicolo parte su di esso le condizioni iniziali devono essere impostate in maniera appropriata posizionando il Veicolo sull'oggetto stradale 3D con lo strumento Carro Attrezzi e poi premendo il pulsante nuova Simulazione .



Ci sono quattro voci nella finestra Oggetto Stradale 3D: Generale, Diagramma, Segnaletica e Opzioni

Generale



Lunghezza totale

Consente l'inserimento della lunghezza totale dell'oggetto stradale 3D. La lunghezza predefinita è di 100 metri.

Larghezza

Consente di inserire la larghezza degli oggetti stradali 3D lungo la strada, escluse banchine ed eventuali ripe su ciascun lato. Normalmente questo

valore include l'area pavimentata all'esterno delle linee di margina. La larghezza predefinita è di 4 metri.

Risoluzione longitudinale

La risoluzione longitudinale dell'oggetto stradale 3D stabilisce ogni quanti metri può essere inserito un valòore. Una maggiore risoluzione rispetto al valore predefinito determina un tempo leggermente minore per disegnare l'oggetto, ma causa anche minore precisione nei punti dove cambia l'inclinazione. La risoluzione predefinita è di 1 metro.

Raggio della strada

Questo elenco consente di inserire il raggio della strada sulla base di un grafico (vedi il menu Diagramma nella finestra di dialogo Oggetto stradale 3D), come strada diritta (valore di default), oppure utilizzando ina funzione del tipo "segui i punti". Quando si selezionano punti da seguire, la striscia linea dimezzeria seguirà il percorso disegnato usando l'opzione **Dinamica – Definisci punti del percorso.**

Importa

Questo pulsante consente di importare l'oggetto o come file di definizione della strada (*.txt) oppure come disegno 3D (*.dxf).

Il modo più semplice di costruire un file 3D di definizione della strada è quello di esportare prima una strada 3D creata in PC-Crash in un programma con fogli di calcolo come Excel™. Poi modificarlo cambiando i valori e salvando il file. Infine si può importare di nuovo in PC-Crash per avere una sezione *strada 3D* con i nuovi valori.

Gli sfondi 3D in formato DXF devono avere le superfici applicate prima di essere importati. Ciò si può ottenere in uno dei due seguenti modi:

1. Usare un programma 3D come Autocad® per applicare le superfici sotto forma di poligoni triangolari tra punti 3D.
2. Iniziando un Nuovo Progetto in PC-Crash, importare i punti dello sfondo 3D da un file DXF usando File – Importa – Disegno DXF selezionando la funzione per modificare il disegno per definire i punti 3D. quindi selezionare **Disegno– Barra strumenti di disegno** oppure). Utilizzare lo strumento per selezionare i componenti da inserire in un disegno 3D. Cliccare con il tasto destro del mouse sulla barra del titolo della finestra Disegno e, nel menu che appare, scegliere **Triangola selezionati**. In questo modo saranno inseriti poligoni triangolari tra i punti 3D per formare una superficie 3D completa. Apparirà un messaggio che chiede se le aree triangolari devono essere utilizzate come poligoni di pendenza.

Se si sceglie Sì le aree triangolari verranno utilizzate come poligoni di pendenza e possono essere modificate usando **Dinamica – Definisci Pendenza Stradale.**

Esporta

Permette di esportare pendenze stradali 3D, come file di definizione della strada (*.txt) o disegno 3D (*.dxf).

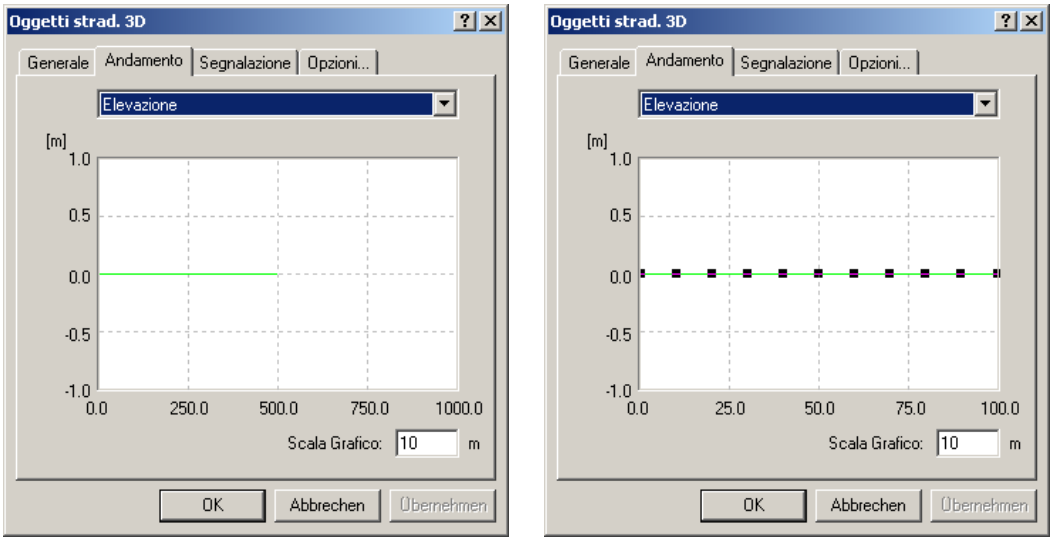
Ripe

Attivando ☑ Sinistra e ☑ Destra, si possono selezionare dislivelli su ciascun lato della strada, con inclinazioni costanti o con un proprio profilo. Quando è attivato ☑ "Utilizza profilo ripa", si può specificare nella finestra Diagrammi, l'altezza con incrementi di 1 metro lungo la ripa della strada.

Quando non viene attivato ☑ Utilizza profilo dosso, si può selezionare, su ciascun lato della strada, una pendenza costante del dislivello in gradi o in percentuale. L'altezza e la larghezza mostrate nella finestra di testo sulla destra forniscono solamente delle informazioni sulla pendenza. La larghezza orizzontale del dislivello è sempre la minore fra 20 metri o quella che è necessario per raggiungere altezza zero per le pendenze negative (verso il basso dalla strada), e 10 metri per le pendenze positive (verso l'alto dalla strada).

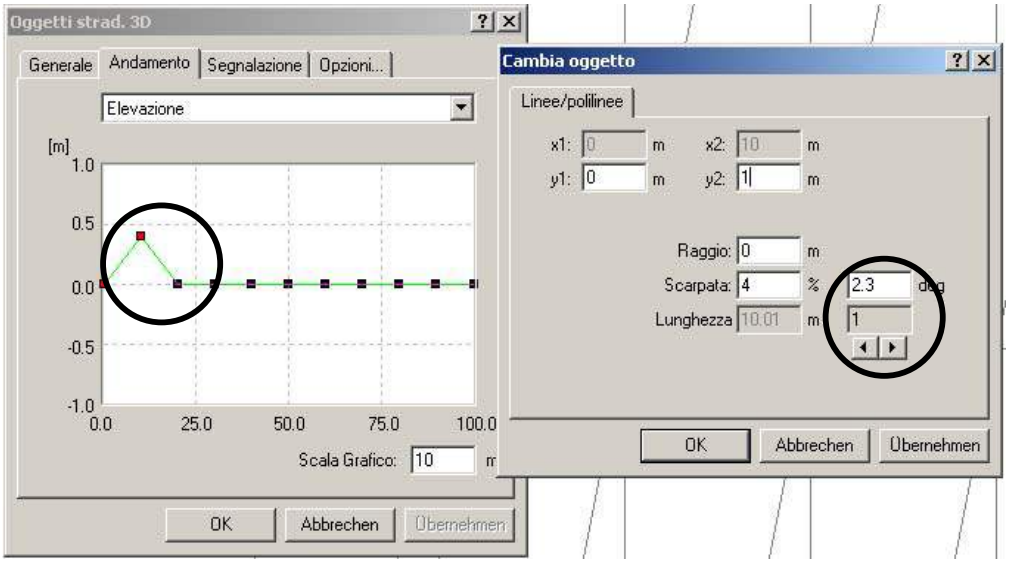
Diagramma

La finestra Diagramma consente all'utente di specificare diversi parametri ad intervalli regolari lungo la lunghezza dell'oggetto stradale 3D. L'ampiezza degli intervalli è specificati nel campo Risoluzione Diagramma. Il parametro predefinito del grafico è **Altezza** e la risoluzione predefinita è 10 metri. Dopo aver cambiato la risoluzione con quella desiderata, utilizzare il tasto TAB per uscire dal campo e confermare il nuovo valore sul grafico che sarà in scala con la lunghezza della strada. Cliccare sulla linea sul grafico e appariranno gli intervalli come mostra la figura seguente.



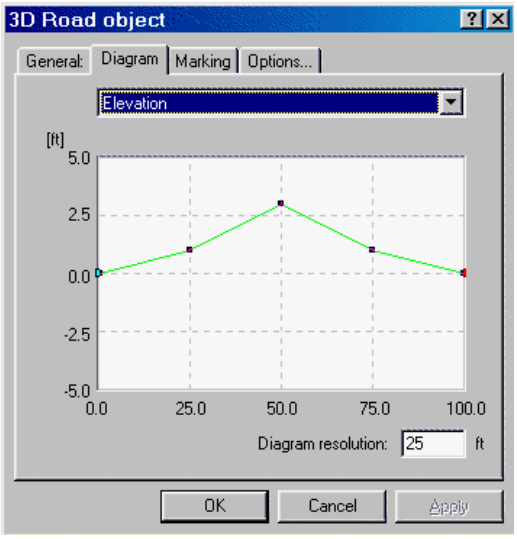
Il passo successivo consiste nell'inserire l'altezza per ciascun punto. Ci sono due modi per farlo:

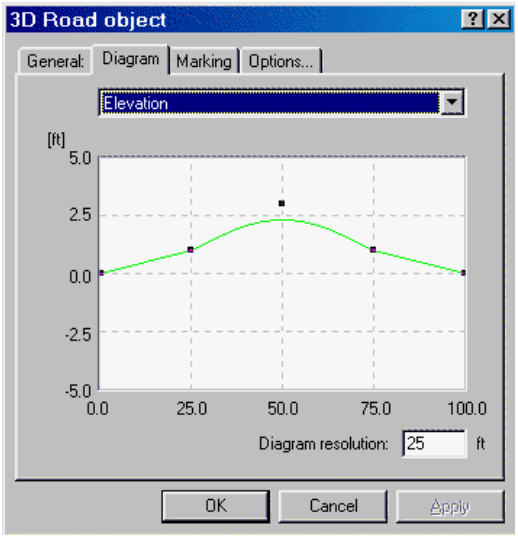
1. Cliccare sulla linea e trascinarla su o giù all'altezza desiderata in ogni punto. L'asse verticale del grafico aumenterà la scala, se necessario.
2. Cliccare due volte sulla linea e inserire i valori nella finestra Cambia Oggetto che apparirà. Se si allontana la finestra dal grafico, la sezione di strada da modificare verrà segnalata con dei punti rossi. Il numero della sezione è mostrato sulla destra della finestra Cambia Oggetto.



I campi y1 e y2 specificano il valore dell'asse y (in questo caso l'altezza) in ogni punto finale della sezione sottolineata. Dopo aver cambiato i valori per una sezione utilizzare il pulsante con la freccia sotto il numero della sezione per passare alla sezione successiva.

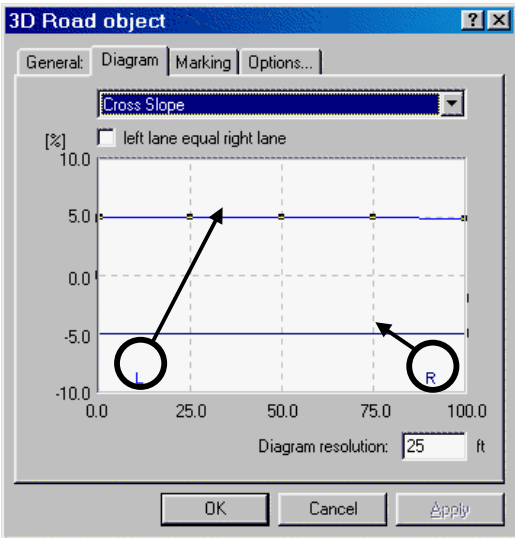
Dopo aver inserito i valori y per tutte le sezioni, è possibile vederli sul grafico (figura seguente, lato sinistro). A seconda dell'altezza scelta si possono verificare cambiamenti di pendenza non realistici tra le varie sezioni; per ovviare a questo problema si può utilizzare il campo Raggio nella finestra Cambia Oggetto, per inserire una transazione regolata dal raggio tra una sezione e l'altra. Ad esempio, la figura a destra mostra un profilo stradale che è stato ricavato da quello a sinistra specificando un raggio di 200 piedi per la seconda sezione (il raggio specificato è per la parte finale destra della sezione selezionata). Si osservi che il raggio rende l'altezza della strada diversa dall'altezza definita, quindi può essere necessario regolarola nuovamente per tener conto dell' 'smorzamento'. Il raggio specificato non dev'essere tale da oltrepassare la parte finale delle due sezioni contigue.

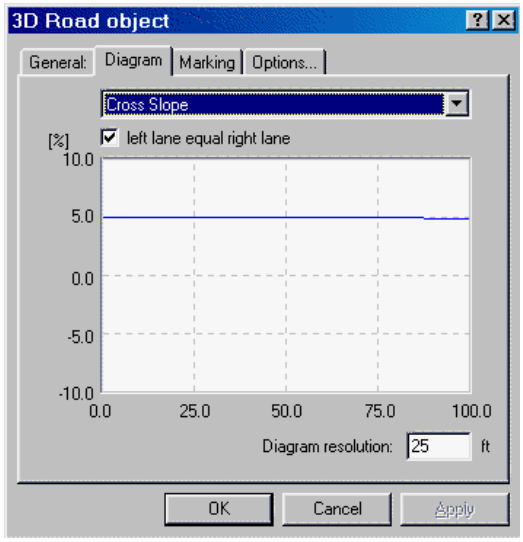




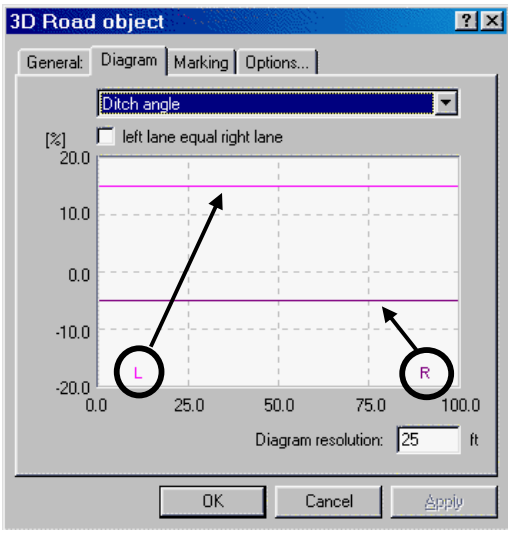
Oltre all'altezza, i parametri che possono essere modificati per intervalli lungo la strada sono:

- **Pendenza trasversale** – si può indicare la pendenza trasversale o sopraelevazione di ciascun lato della superficie stradale per intervalli lungo l'asse della strada. Una pendenza positiva su entrambi i lati significa che la strada si inclina dal centro. Pertanto, se l'inclinazione è la stessa su entrambi i lati, la strada sarà concava o convessa. Se l'inclinazione trasversale è negativa su uno dei lati della strada e positiva sull'altro (come la figura in basso a sinistra), essa avrà un andamento 'parabolico'. Si noti che le due linee su questo grafico (una per la parte sinistra ed una per la parte destra della strada) si sovrappongono nel punto con valore 0 quando questa finestra è aperta.
  Se la strada ha dei dislivelli con la stessa pendenza trasversale su entrambi i lati, si può semplicemente selezionare ☑ Corsia di Sinistra uguale a corsia di destra. Questo comando permette di associare la pendenza trasversale della corsia di sinistra a tutta la strada (come mostrato nella figura seguente, a destra)

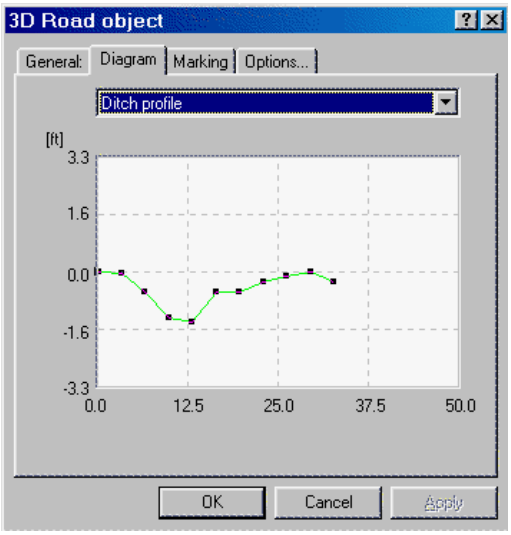




- **Pendenza delle ripe** - Se si attivano Ripa Sinistra e/o Ripa destra nella finestra Generale, le pendenze dei dislivelli possono essere variabili lungo l'asse della strada. La larghezza orizzontale lungo il dislivello è sempre uguale al minore fra 20 metri ed il valore necessario per raggiungere altezza zero lungo una pendenza negativa (verso il basso dalla strada), e 10 metri per una pendenza positiva (verso l'alto dalla strada). Come per la Pendenza trasversale , si può selezionare Corsia di Sinistra uguale a Corsia di destra per regolare le pendenze di entrambi i lati della carreggiata allo stesso valore. La figura seguente mostra il grafico dell'Angolo della Ripa coi valori costanti come specificato nella finestra Generale.

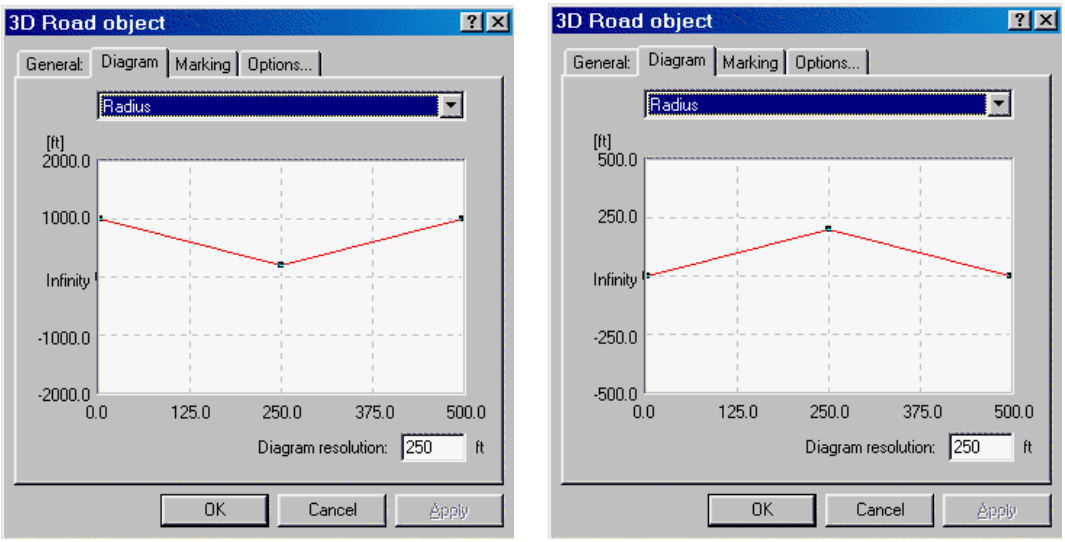


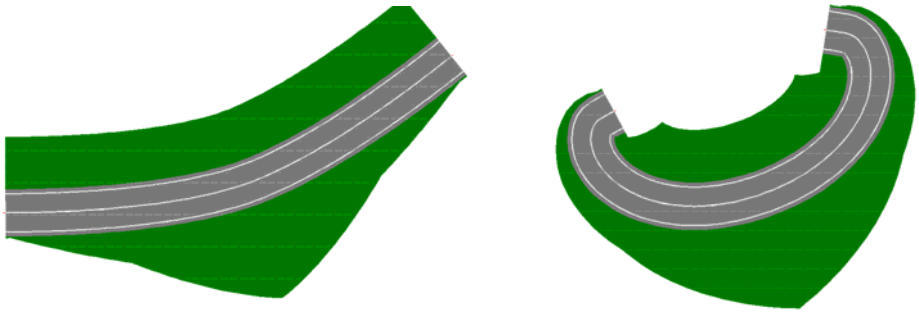
- **Profilo della ripa** – se è stato attivato Usa profilo ripa nella finestra Generale, si possono specificare aumenti di altezza del dislivello a intervalli di un metro a partire dal margine della strada. I due lati non possono variare in maniera indipendente, e il profilo dosso specificato è costante (simile ad un'estrusione) lungo tutta la lunghezza dell'oggetto stradale 3D.



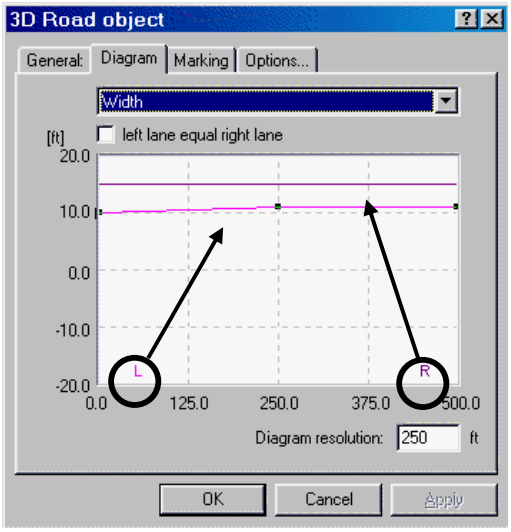
- **Raggio** - si può specificare il raggio della strada (nel punto centrale). Un raggio compreso tra -10 e 10 metri verrà considerato come

“Infinito” e, quindi, la strada sarà diritta. Quando l’utente desidera una transizione uniforme da una strada rettilinea ad una curva, si consiglia di utilizzare, per il tratto lineare, un raggio molto ampio. In questo modo si evita un brusca transizione nel punto in cui il raggio cambia da “0” (tratto lineare) al valore desiderato passando attraverso un raggio di 10 metri (molto stretto). Nelle figure seguenti, quella sinistra rappresenta il metodo raccomandato per le transizioni a e da una curva di raggio di 200 piedi, mentre a destra è mostrato un esempio in cui alla fine della strada si è lasciato un raggio 0.



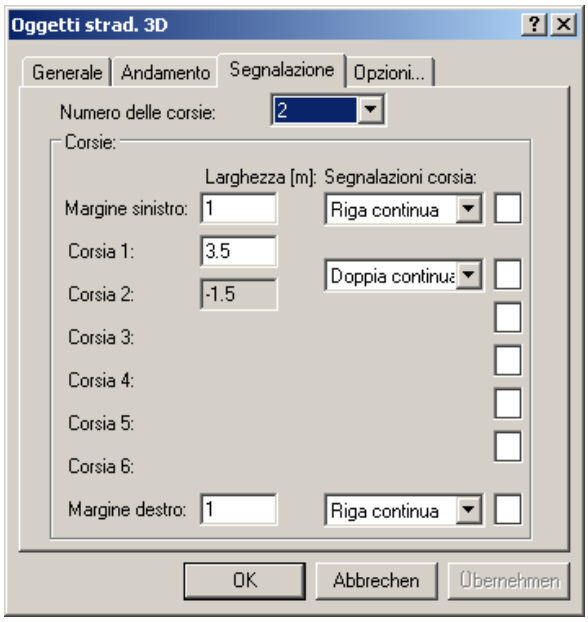


- **Larghezza** - La larghezza della strada può variare da punto a punto. Ci sono due linee in questo grafico, in modo che ciascun lato della strada possa cambiare indipendentemente dall’altro. Come per la Pendenza Trasversale, le linee si sovrappongono quando si apre la finestra la prima volta, e si può selezionare ☑ Corsia di Sinistra uguale a corsia di destra per regolare la larghezza di entrambi i lati allo stesso valore.



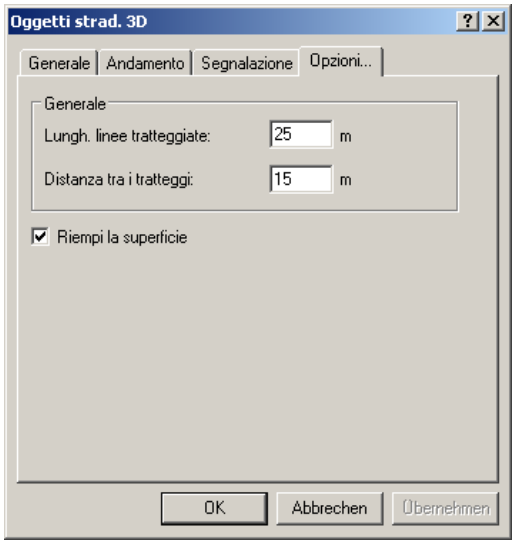
Segnaletica

La finestra Segnaletica consente di disegnare le corsie (da 1 a 6), la loro larghezza, le linee di margine (il margine asfaltato), stabilendo anche il tipo di linea le corsie. La larghezza dell'ultima corsia viene calcolata automaticamente, sulla base di quella totale della strada, delle altre corsie e dei margini. Il colore delle indicazioni stradali può essere definito usando i pulsanti per il colore nella parte destra della finestra.



Opzioni

Nella finestra Opzioni si può scegliere la spaziatura delle linee tratteggiate. ☑ Riempito definisce come l'oggetto stradale 3D apparirà sulla schermata principale (superifice colorata o o solo disegno dei contorni).



Nota: *per modificare una Pendenza Stradale 3D dopo aver chiuso la finestra Oggetto Stradale 3D, non cliccare nuovamente sul pulsante* *. Questo creerebbe un secondo oggetto stradale 3D. al contrario cliccare due volte sulla strada con il pulsante* *attivo, e si aprirà la finestra Oggetto Stradale 3D per l'oggetto 3D da modificare.*

Se si crea un secondo oggetto stradale 3D, è possibile unirlo al primo. Cliccare semplicemente sul secondo oggetto e trascinarne la parte finale accanto al primo. L'angolo e l'altezza del secondo oggetto stradale 3D cambieranno per unirsi alla fine del primo.

Muovi/Ruota Veicolo

Questo strumento serve a muovere o ruotare i veicoli per collocarli nella posizione di partenza desiderata.

Posizionare il gancio dello strumento carro-attrezzi in prossimità del centro di gravità del veicolo e muoverlo fino alla posizione prescelta tenendo premuto il tasto sinistro del mouse. Posizionando il gancio ad una distanza di 1,5 - 5 metri dal centro di gravità, il movimento del 'carro attrezzi' farà ruotare il veicolo.

Rimorchi: se al veicolo è agganciato un rimorchio, quest'ultimo si sposterà e ruoterà con il veicolo principale se lo strumento viene utilizzato sul mezzo trainante. Si può ottenere una rotazione relativa del rimorchio rispetto al veicolo che lo traina utilizzando lo strumento sul rimorchio.

Nota: *un veicolo può essere spostato solamente se si trova nella sua posizione di partenza (tempo = 0).*

UDS

Questo menu si utilizza nell'interazione con strumenti di raccolta dati dei veicoli di tipo UDS. Questo sistema attualmente non è molto diffuso.

Urto

Questo menu si utilizza per eseguire la simulazione dell'urto.

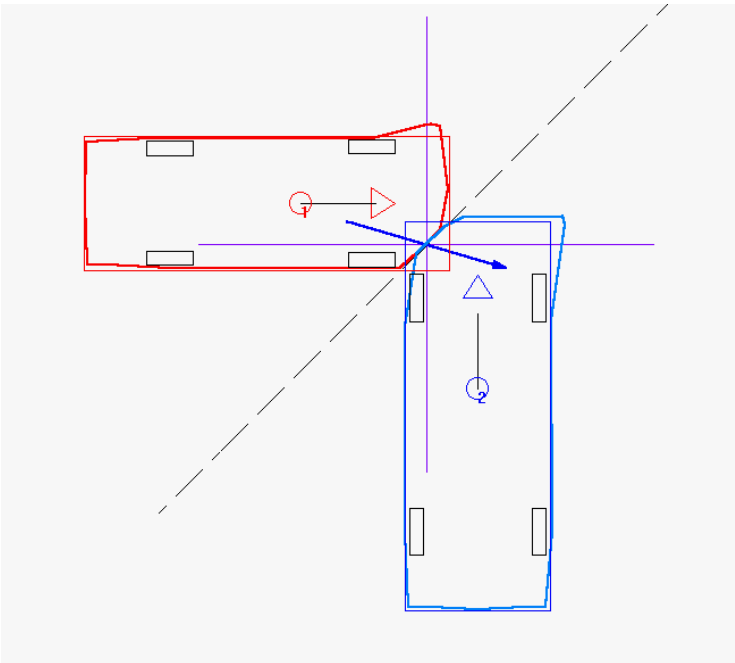
Simulazione Urto (F8)

Nella finestra di dialogo Simulazione Urto si inseriscono e si modificano tutti i parametri d'urto.

Le simulazioni di PC-Crash si basano sul modello d'urto di Kudlich-Slibar (esteso agli urti in 3D). La teoria di questo modello è descritta dettagliatamente nel **Manuale Tecnico** di PC-Crash; in sintesi il modello è caratterizzato dalla definizione del punto di urto. Si intende per punto d'urto quel punto nel quale si scambiano le forze dell'urto. L'elasticità della collisione è tenuta in conto attraverso l'uso di una coefficiente di restituzione. Il modello consente di calcolare anche urti con scorrimento di un veicolo lungo un altro (o contro un oggetto fisso), in funzione dell'angolo di contatto e di un coefficiente d'attrito fra i veicoli. Tutti questi parametri possono essere cambiati dall'utente.

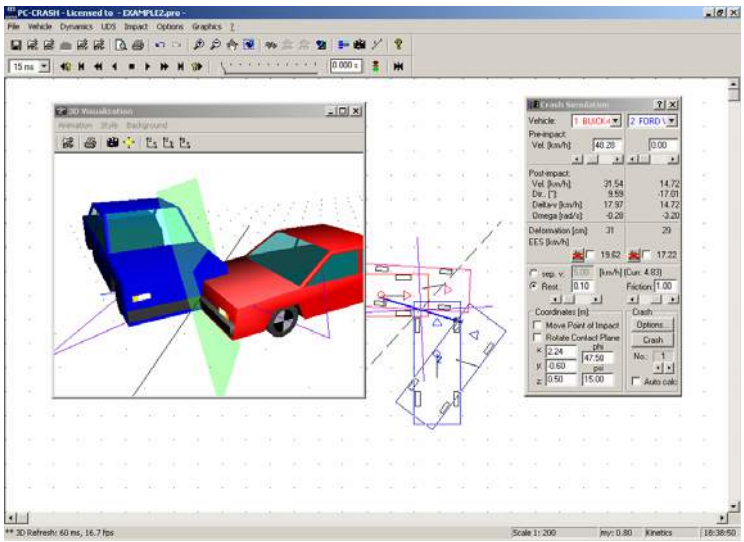
Le condizioni di guida si determinano prima dell'urto per entrambi i veicoli; dopo l'urto le condizioni dei veicoli (in termini di direzioni e velocità) sono stabilite dalla conservazione del momento angolare, della quantità di moto e dalle ipotesi Newtoniane di urto.

Una volta stabilite le condizioni d'urto, verranno mostrate, nella schermata principale di PC-Crash, le posizioni dei veicoli nel momento dell'urto e 200 msec dopo l'urto. Ciò consente di osservare immediatamente l'effetto delle variazioni apportate ai vari parametri.



Sullo schermo vengono mostrati anche il vettore dell' impulso (linea blu marcata), il piano di contatto (linea tratteggiata) ed il cono di attrito (linea viola).

Il vettore della forza d'urto, il cono di attrito e il piano di contatto possono essere visualizzati attivando Urti in Opzioni – Impostazioni di Visualizzazione (**Opzioni – Opzioni – Impostazioni di visualizzazione**) nella finestra Visualizzazione 3D (**Opzioni – Finestra 3D**).



Oltre alle condizioni di pre-urto, per ciascun veicolo si possono modificare i seguenti parametri:

- Posizione del punto d'urto
- Elasticità dell'urto, definita o dal coefficiente di restituzione o dalla velocità di separazione
- Direzione del piano di contatto
- Il coefficiente di attrito del contatto tra veicoli lungo il piano di contatto.

PC-Crash usa un modello di simulazione in 2D quando uno o più veicoli hanno l'altezza del centro di gravità pari a 0 (come definito in **Veicolo – Impostazioni Veicolo – Geometria Veicolo**). Soltanto quando l'altezza del Centro di gravità è > 0 per tutti i veicoli viene utilizzato il modello 3D. La finestra di Simulazione dell'Urto nel caso di urti a 3D ha due ulteriori parametri: l'altezza del piunto d'urto e l'angolo del piano verticale di contatto.

Finestra Modello 2D

Finestra Modello 3D

La finestra **Simulazione Urto** include le voci seguenti:

Veicolo:

I due elenchi a tendina consentono di scegliere i veicoli coinvolti nell'urto.

Pre-Urto:
Vel.:

Le velocità dei due veicoli specificate nella finestra Posizione e Velocità sono inseriti automaticamente nel campo velocità della finestra pre-urto. Tuttavia, per semplificare le modalità di modifica delle velocità pre-urto, esse possono essere inserite o modificate in questa finestra con l'aiuto di una barra di scorrimento. I parametri dellòa fase post-urto vengono aggiornati automaticamente.

Nota: *se i veicoli non si trovano nella loro posizione di partenza i valori della velocità pre-urto non si possono cambiare nella finestra Simulazione Urto.*

Post-Urto:

Sotto questa voce vengono mostrati i valori della fase post-urto (calcolati):

- **Vel.** è la velocità dei due veicoli.
- **Dir.** è la direzione del vettore della velocità dei due veicoli.
- **Delta-v** è variazione della velocità da pre a post urto
- **Omega** è la velocità angolare di imbardata dei due veicoli

Deformazione

La profondità della deformazione di ciascun veicolo, basata sulle posizioni definite e sul punto d'urto, viene fornita come elemento di controllo. La profondità di deformazione di ciascun veicolo, calcolata lungo la direzione del vettore della forza d'urto, è la distanza dal punto d'urto fino alla parte esterna del profilo del veicolo rettangolare non deformato.

EES

Per ciascun veicolo, sempre come parametro di riscontro, viene fornita l'EES calcolata. L'EES è simile all'EBS, Velocità Equivalente contro Barriera, molto utilizzata in Nord America. La differenza tra le due grandezze fisiche consiste nel fatto che l'EES tiene conto anche della velocità di rimbalzo post-urto per cui può essere diversa dall'EBS nel caso di urti a bassa velocità con coefficienti di restituzione più alti. Per urti con EBS superiore ai 15 km/h, tuttavia, la differenza tra EES e EBS è generalmente trascurabile.

La distribuzione dell'energia di deformazione tra i due veicoli viene calcolata in funzione delle loro masse e dalla loro profondità di deformazione:

$$\frac{EES_1}{EES_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}\frac{s_{Def1}}{s_{Def2}}}$$

$$EES_2 = \sqrt{\frac{2E_D}{m_2\left(\frac{s_{Def1}}{s_{Def2}} + 1\right)}}$$ dove

m_1, m_2 = Massa di ciascun veicolo

s_{Def1}, s_{Def2} = profondità di deformazione dei due veicoli, misurata lungo la direzione della risultante delle forze d'urto, fra la superficie esterna ed il punto d'urto definito.

E_D = energia di deformazione totale.

È possibile attivare uno dei due campi EES; in questo caso, si può pre-definire il valore di EES per uno dei due veicolie così l'EES dell'altro veicolo sarà calcolato di conseguenza.

Il calcolo del secondo EES è fatto sulla base della:

$$EES_2 = \sqrt{\frac{E_D - m_1 EES_1^2}{m_2}}$$

Se sono disattivati entrambi i campi EES, questi saranno calcolati automaticamente dal programma.

Il pulsante accanto al campo EES permette di aprire il Catalogo EES per il confronto. Per ulteriori chiarimenti consultare la descrizione nella voce del menu Veicolo – Catalogo EES.

v Sep.

Come alternativa alla definizione del coefficiente di restituzione dell'urto (vedi voce successiva), si può stabilire la velocità di separazione delle aree di

contatto dei due veicoli. Quando si seleziona questa opzione, i coefficiente di restituzione dell'urto viene calcolato automaticamente.

La velocità di separazione post-urto è normalmente piuttosto costante, indipendentemente dai parametri dell'urto. Ciò si deve al fatto che le forze elastiche sono costanti e dipendono poco dall'estensione della deformazione. Gli studi effettuati indicano che la velocità di separazione post-urto è in media di 5-7 km/h.

Si può definire l'elasticità dell'urto attraverso la velocità di separazione post-urto a patto che no si stia simulando un urto di slittamento (tangenziale). Quando si calcola un urto con slittamento, appare un avviso che informa dell'impossibilità di definire una velocità di separazione di post-urto. In questo caso per la simulazione sarà usato il coefficiente di restituzione mostrato.

Se la velocità di separazione post-urto richiede un coefficiente di restituzione > 1, il coefficiente di restituzione è posto uguale a 1 e si calcola la corrispondente velocità di separazione.

Rest.

Normalmente il coefficiente di restituzione è un valore compreso tra 0 e 1 (per default in PC-Crash è uguale a 0.10). Questo stabilisce l'elasticità d'urto secondo le ipotesi d'urto Newtoniane. Il valore può essere modificato con la barra di scorrimento o inserendo un valore nel campo. La velocità di separazione viene calcolata automaticamente.

Si può stabilire anche un coefficiente di restituzione negativo nel caso di urti nei quali un veicolo urta una parte dell'altro veicolo e non si raggiunge una velocità comune. Ciò è utile per collisioni frontali con ogffset nelle quali i veicoli continuano la marcia dopo essersi reciprocamente urtati la ruota anteriore sinistra o i parafanghi, oppure negli urti laterali con marciapiedi nei quali gli pneumatici e le ruote si inclinano, consentendo al veicolo di proseguire oltre.

Bisogna prestare particolare attenzione al cambiamento di velocità e all'energia di deformazione quando si specificano coefficienti di restituzione negativi per assicurarsi di utilizzare valori realistici.

Attrito

Il coefficiente di attrito qui definito si riferisce al contatto fra i veicoli lungo il piano di contatto. Finché il vettore dell'impulso si trova all'interno del cono d'attrito mostrato nella schermata principale di PC-Crash, non ci sarà alcun slittamento di un veicolo lungo l'altro. Se invece il vettore dell'impulso è allineato con la zona esterna del cono di attrito, l'attrito specificato in questa finestra servirà a descrivere lo slittamento tra i veicoli specificando la relazione tra la componente perpendicolare e quella tangenziale del vettore dell'impulso.

Coordinate

Quest'area contiene due opzioni e tre o cinque campi:

- **Muovi Punto d'Urto** - Quando questa opzione è abilitata, il punto d'urto può essere posizionato, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse e muovendo il puntatore all'interno dell'area di sovrapposizione dei veicoli. Si pouò anche cliccare sul tasto sinistro del mouse all'esterno dell'area di sovrapposizione nel qual caso il punto d'urto sarà collocato al centro dell'area stessa ed il piano di contatto ruoterà di un angolo coerente con la posizione sovrapposta dei veicoli. Il punto d'urto può essere posizionato anche inserendo numericamente le coordinate nei campi relativi.
- **Ruota Piano di Contatto -** Dopo aver posizionato il punto d'urto vengono disegnati il piano di contatto ed il cono d'attrito. Attivando l'opzione Ruota Piano di Contatto, si può definire un nuovo angolo (phi) tenendo premuto il pulsante sinistro del mouse e muovendo il puntatore sullo schermo. L'angolo del piano di contatto può essere inserito anche nel campo Phi.

x, y, z – Sono campi che consentono l'inserimento dei dati e mostrano i risultati dell'urto. La coordinata **z**, che rappresenta l'altezza del punto d'urto dal piano stradale, è visibile solamente nelle simulazioni in 3D. I valori possono essere cambiati con il pulsante di scorrimento all'interno del campo. Se si tiene premuto il mouse sulle frecce, i valori cambiano più rapidamente. È possibile regolare i valori anche con i tasti delle frecce sulla tastiera.

- **phi** - E' l'angolo del piano di contatto tra i veicoli (gradi antoiorari partendo dall'asse delle x).
- **psi** - Angolo che definisce la rotazione del piano di contatto rispetto al piano verticale (soltanto nelle simulazioni 3D). Un angolo di 0° significa che il piano di contatto è verticale. Questo angolo può essere osservato nella finestra 3D quando è attivo Urti nella finestra **Impostazioni di Visualizzazione** .

Urto

Contiene due pulsanti, una barra di scorrimento ed un campo da attivare:

Opzioni

Questo pulsante permette di aprire la finestra Parametri Simulazione, a cui si accede anche dal menu **Opzioni**. Fare riferimento alla voce **Opzioni – Opzioni – Parametri Simulazione** per chiarimenti sulle voci di questa finestra.

Urto

Questo pulsante ordina l'esecuzione del calcolo dell'urto. Viene usato per specificare un urto in una nuova simulazione quando non è stata apportata alcuna modifica ai valori della finestra di dialogo Simulazione Urto (gli urti vengono calcolati automaticamente senza l'uso del pulsante Urto tutte le volte che si ha una variazione per uno dei valori della finestra Simulazione Urto).

N° Urto

Nel campo è mostrato il numero dell'urto per il quale sono stati definiti i parametri attualmente mostrati. Cambiando questo valore, si può accedere ai parametri di tutti gli altri urti che si sono eventualmente verificati. Si può calcolare un numero illimitato di urti con un numero massimo di veicoli coinvolti pari a 32. Questi urti vengono salvati fino a che viene iniziata una Nuova Simulazione ■.

Utilizzando le frecce di scorrimento automaticamente si muovono i veicoli tra i vari urti e, di conseguenza, cambia il numero dell'urto. Spostandosi sull'ultimo urto, i veicoli si muoveranno nell'ultima posizione della simulazione; se si desidera si può svolgere un ulteriore calcolo dell'urto che includa il movimento post-urto.

☑ *Auto calc.*

Attivando l'opzione per il Calcolo Automatico dopo che si è variato qualche parametro nella finestra Simulazione Urto, viene eseguita la simulazione fino alle posizioni di arresto dei veicoli o fino ad un intervallo di tempo predefinito. Il tempo predefinito può essere impostato in **Opzioni – Opzioni - Parametri di simulazione**.

Si possono osservare così, nella schermata principale, le posizioni dei veicoli all'arresto o ad intervalli di tempo predefiniti (anziché la loro posizione 200 msec dopo l'urto predefinita).

Individuazione dell'Urto

Questa opzione viene usata per attivare l'individuazione automatica degli urti; essa permette di controllare costantemente il contatto tra i profili rettangolari dei veicoli 2D, se due veicoli si toccano, il programma eseguirà automaticamente il calcolo dell'urto dopo aver raggiunto la "Profondità di penetrazione" scelta, (purché sia attivato Calcolo automatico di urti secondari). In caso contrario, la simulazione si interrompe permettendo all'utente di inserire manualmente i parametri dell'urto. Entrambe le opzioni sono in **Opzioni – Opzioni- Parametri Simulazione.** L'individuazione dell'Urto si può selezionare anche in **Parametri Simulazione** usando Individuazione Urto.

Se i due veicoli si trovano ad una distanza inferiroe di quella stabilita , il programma si posiziona automaticamente sul più piccolo intervallo di tempo per consentire l'inserimento dei dati inerenti l'urto identificato automaticamente.

Per gli urti 'secondari' (quelli cioè che seguono il primo al tempo =0), si possono definire dei parametri d'urto differenti, come specificato in **Parametri Simulazione**.

Per gli urti secondari quando i veicoli sono già in sovrapposizione, l'opzione Individuazione Urto controlla che l'area di sovrapposizione fra i profili dei veicoli aumenti una volta trascorso il tempo indicato in Profondità di Penetrazione.Quando questo avviene viene calcolato un altro urto.

Quando non si usa **Individuazione Urto**, i valori dell'urto secondario possono essere definiti manualmente nella finestra Simulazione Urto. In questo caso agire posizionando i veicoli nella posizione dell'urto secondario usando il pulsante Simulazione in Avanti , invece che il pulsante Simula in Avanti fino alla posizione di Arresto .

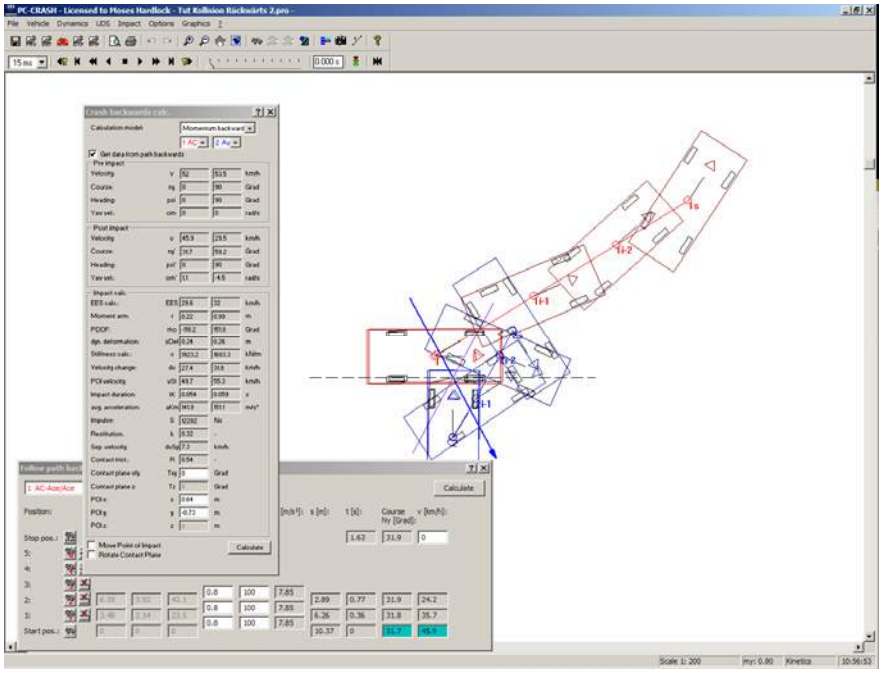
Individuazione Urto con combinazioni Autocarro/Rimorchio

Questa funzione ha le stesse caratteristiche dell'Individuazione Urto, ma serve a stabilire se devono essere identificati gli urti fra un trattore ed il suo rimorchio a causa della rottura del gancio di traino

Simulazione Urto a ritroso …

La simulazione a ritroso di un urto può essere utilizzata per determinare la condizione pre urto se il quella post urto è nota (per esempio successivamente all'analisi post urto utilizzando le tracce di frenata come descritto nel capitolo Segui Percorso a ritroso …).

Selezionando il comando **<Urto> <Simulazione Urto a ritroso>** appare una finestra che elenca tutti i parametri d'urto rilevanti.



La finestra Modello di Calcolo permette di passare da un modello di calcolo all'altro:

- **Momento a ritroso** utilizza il momento e l'impulso della condizione post urto per determinare la condizione pre urto.
- **EES a ritroso** utilizza l'energia di deformazione della collisione per determinare la condizione pre urto.

Se la condizione post urto è stata determinata usando l'opzione del menu Percorso cinematico a ritroso, selezionando **Prendi dati da percorso a ritroso** il programma inserisce automaticamente i dati post urto nei campi appropriati.

Alcuni dei parametri d'urto qui elencati sono descritti con maggiori dettagli nel capitolo Simulazione Urto (F8).

Pre urto

v La velocità pre urto.

ny direzione della velocita del veicolo prima dell'urto; se il modello di calcolo scelto è **EES a ritroso** la direzione del primo veicolo deve essere impostata.

psi La direzione del veicolo prima dell'urto.

om La velocità angolare del veicolo prima dell'urto. Si presuppone che questo valore sia 0.

Post urto

v La velocità post urto può essere definita automaticamente dall'Opzione **Prendi dati da percorso a ritroso** o può essere definita manualmente.

ny' direzione della velocità post urto; essa può essere definita automaticamente dall'Opzione **Prendi dati da percorso a ritroso** o inserita manualmente.

psi' La direzione post urto del veicolo può essere definita automaticamente dall'Opzione **Prendi dati da percorso a ritroso** o inserita manualmente.

om' La velocità angolare post urto può essere definita automaticamente dall'Opzione **Prendi dati da percorso a ritroso** o inserita manualmente.

Calc. Urto

EES Il valore EES calcolato della deformazione. Se il modello del calcolo è impostato su EES a ritroso, questo valore può essere specificato.

r La lunghezza del braccio utilizzato nel calcolo del momento angolare ed è determinata dalla posizione del punto d'urto.

rho la direzione angolare del braccio r.

sDef La profondità di deformazione dinamica totale durante l'urto, determinata dalle posizioni dei veicoli all'urto e la posizione del punto d'urto.

c La rigidezza strutturale calcolata.

dv La variazione della velocità causata dall'Urto.

vSt La velocità del Veicolo nel punto d'urto.

tK La durata totale dell'urto

aKm L'accelerazione media del veicolo causata dall'urto (durante **tK**).

S L'impulso totale dell'urto.

r Il coefficiente di restituzione determina l'elasticità dell'urto. Se il modello di calcolo è regolato su EES a ritroso, si può specificare il coefficiente di restituzione.

dvSp La velocità di separazione.

R L'attrito di contatto tra i veicoli calcolato.

Txy La direzione angolare del piano di contatto. Questo valore può essere anche specificato selezionando l'opzione **Ruota Piano di Contatto** e usando il mouse per ruotare il piano.

Tz L'angolo di pendenza del piano di contatto questo valore può essere specificato soltanto se per entrambi i veicoli coinvolti è stata specificata l'altezza del centro di gravità.

x, y, z le coordinate del punto d'urto. Invece di inserire le coordinate x e y, si può specificare il punto d'urto selezionando l'opzione **Muovi Punto d'Urto** e usando il mouse per muovere il punto. La coordinata z può essere specificata soltanto se per entrambi i veicoli coinvolti è stata specificata l'altezza del centro di gravità.

Premendo il pulsante **Calcola**, tutti i valori della finestra vengono aggiornati.

Modello d’urto basato sulla Rigidezza

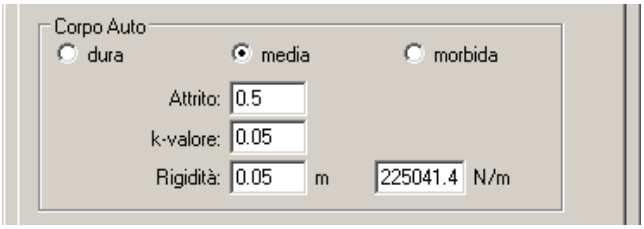
Per l’analisi degli urti è stato sviluppato un modello semplice e affidabile che considera la rigidezza del veicolo e consente di analizzare l’andamento delle forze d’urto nel tempo. Per avere un buon compromesso fra la simulazione degli urti nelle diverse condizioni ed il tempo di calcolo sono state fatte alcune ipotesi generali sulla rigidezza del veicolo.

Nelle simulazioni di urti in incidenti stradali i programmi di simulazione cinetica 3D normalmente considerano i veicoli a motore corpi rigidi. Tale semplificazione è ammissibile per la maggior parte delle simulazioni, tuttavia per calcolare le forze di contatto tra la carrozzeria del veicolo e altri oggetti è necessario utilizzare degli ellissoidi di contatto che rappresentano la forma del veicolo. La geometria di tali ellissoidi si basa sul tipo di veicolo e sui valori specificati. Il modello di contatto usato per calcolare la forza di contatto dovuta alla parziale penetrazione tra due corpi, o tra un corpo ed un altro oggetto, sono basate su una funzione di rigidezza lineare. È possibile specificare un coefficiente di restituzione per definire l’elasticità durante il contatto. Una volta calcolata la forza normale di contatto, possono essere calcolate le forze di attrito, usando l’attrito di contatto tra i due corpi specificato. Si possono quindi calcolare gli urti con slittamento, con slittamento parziale e gli urti pieni. I calcoli della penetrazione, il posizionamento del punto d’urto e l’orientamento del piano di contatto vengono eseguiti automaticamente. Non è necessario l’intervento dell’utente per il calcolo una volta che siano stati specificati i parametri generali dei corpi.

Si osservi che la funzione di rigidezza lineare può essere sostituita specificando le proprietà di forza/distanza del veicolo tratte daldal database di rigidità. Per ulteriori informazioni su questo argomento consultare il capitolo Database.

Per determinare la dimensione degli ellissoidi per il modello d’urto/ribaltamento basato sulla rigidezza, viene utilizzata la forma del Veicolo specificata in **Veicolo – Impostazioni Veicolo- Profilo Veicolo**. La forma del veicolo può essere modificata soltanto per le autovetture. Consultare il Manuale Tecnico (Modello Ribaltamento) per ulteriori chiarimenti sugli ellissoidi di contatto.

L’urto è calcolato usando i valori specificati nella sezione Carrozzeria (**Veicolo – Impostazioni Veicolo – Proprietà Sospensioni**).



Le proprietà per gli urti basati sulla rigidezza si possono specificare come segue:

- **Attrito** – è il coefficiente di attrito per la carrozzeria. In questa finestra non si stabilisce l’attrito pneumatico-terreno che viene specificato altrove: in Poligoni d’Attrito o nella finestra Sequenze.
- **Restituzione** – è il coefficiente di Restituzione per gli urti del Veicolo. Se si utilizza il modello d’urto basato sulla rigidezza, si dovrebbe utilizzare la

stessa restituzione per tutti i veicoli coinvolti. Se sono inseriti valori diversi, nei calcoli viene utilizzato il valore più basso.

- **Rigidezza**– La Rigidezza è espressa in termini di distanza di deformazione; la rigidezza propriamente detta viene calcolata automaticamente. La rigidezza è qui definita come deformazione della carrozzeria dovuta al peso statico – l'utente specifica la deformazione e la rigidezza viene calcolata. Il valore della rigidezza usato per gli ellissoidi dello pneumatico è metà del valore specificato per la carrozzeria. Per le autovetture, la rigidezza specificata è soltanto per la parte inferiore della carrozzeria. Per il tetto, si utilizza un quarto della rigidezza specificata. Per altri veicoli, la rigidezza specificata vale per tutti gli ellissoidi della carrozzeria. Nella finestra è anche possibile inserire direttamente il valore della rigidezza (relazione lineare tra carico e deformazione) alchè il programma calcolerà automaticamente la profondità di deformazione corrispondente.

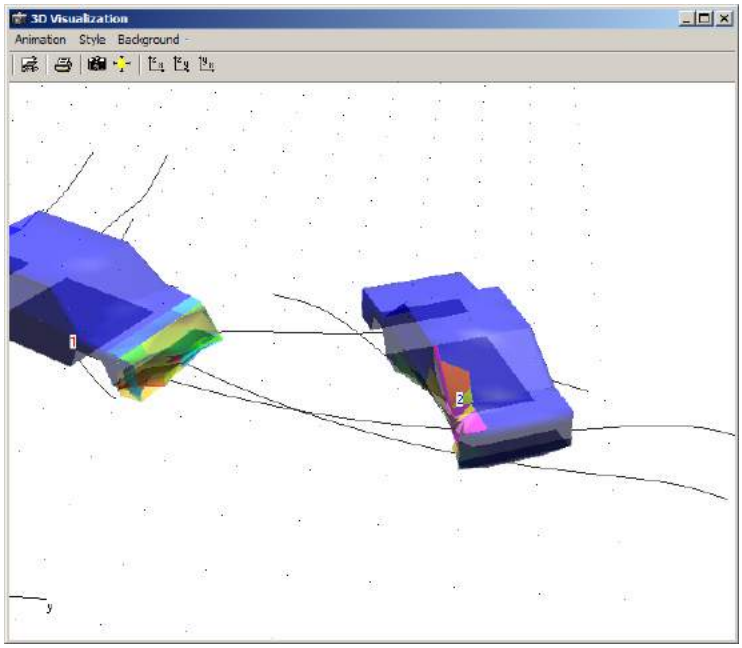
Le variazioni della velocità e le accelerazioni conseguenti ad urti calcolati col modello basato sulla rigidezza possono essere visualizzate in forma grafica nella finestra Diagrammi, usando l'opzione del menu **Opzioni – Diagrammi – Diagrammi – Veicoli** o **Opzioni – Diagrammi – Diagrammi – Segnali Sensore**. Consultare la descrizione di questa opzione del menu più avanti in questo capitolo.

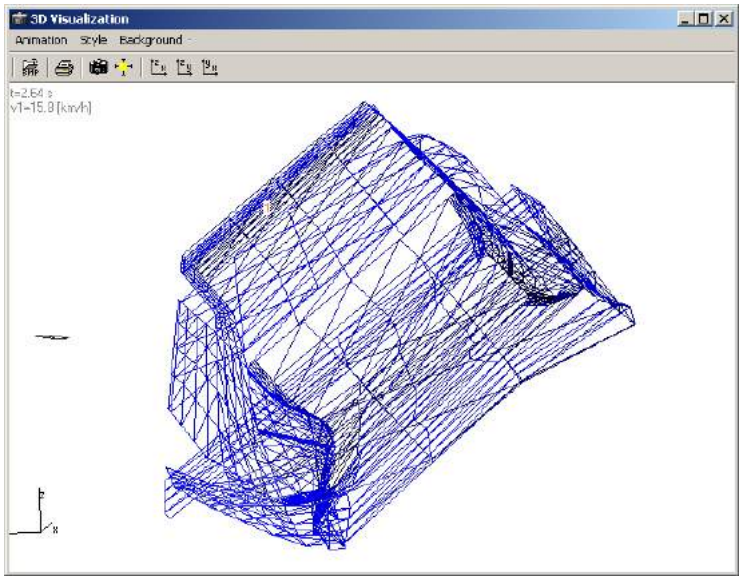
Modello d'urto basato sul profilo a rete dei veicoli

Nel modello d'urto basato sul Profilo a Rete il veicolo viene scomposto in piccoli poligoni collegati che formano una rete. Inizialmente la rete ha la forma della carrozzeria. Quando avviene il contatto con la superficie del terreno, con poligoni di pendenza o con altri veicoli, la rete si deforma, riducendo l'energia totale di movimento e simulando, in questa maniera, la conversione di energia cinetica in energia di deformazione.

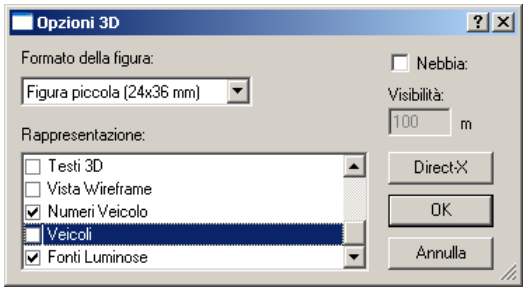
La principale differenza col modello d'urto basato sulla rigidezza è che la deformazione strutturale del veicolo (ivi inclusa la restituzione) è calclata determinando una funzione rigidezza. Le parti del veicolo già deformate sono più rigide delle parti non deformate. Questo è particolarmente importante quando avvengono urti multipli perché lo stesso lavoro di deformazione non sia calcolato due volte sul veicolo.

La deformazione risultante può essere visulaizzati nella finestra 3D; il colore della rete cambia in funzione della profondità della deformazione.





I migliori risultati visivi si ottengono attivando Visualizza carrozzeria a segmenti e disattivando la visualizzazione dei veicoli selezionando l'opzione del menu **<Stile> <Opzioni Visualizzazione…>.**



Posizioni di arresto

Questa voce consente di inserirei veicoli nelle posizioni di arresto per usare l'ottimizzatore della collisione. Inizialmente le posizioni di arresto e di partenza sono identiche, e l'utente deve muovere il veicolo dalla posizione iniziale a quella di arresto. Il puntatore si trasforma in un carro attrezzi (di forma leggermente diversa rispetto a quello utilizzato per collocare i veicoli al tempo = 0), con cui si possono spostare i veicoli nella loro posizione di arresto. La posizione iniziale non varia.

Nota: *se le posizioni di arresto non vengono mostrate o non si possono selezionare, controllate che sia selezionato* Posizioni *Ottimizzatore in* ***Opzioni – Impostazioni di visualizzazione*** *.*

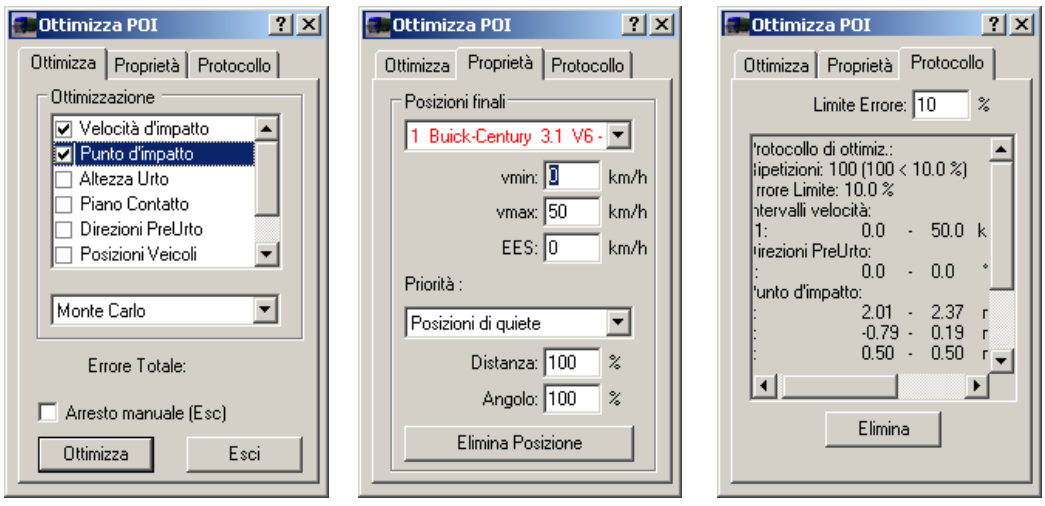
Posizioni Intermedie

Questa funzione si comporta come l'opzione **Posizioni di arresto**, ma serve per inserire i veicoli in una posizione intermedia nota lungo il loro percorso post-urto. Si possono definire fino a cinque posizioni intermedie per veicolo (Posizioni Intermedie da 1 a 5).

Ottimizzatore della Collisione

Questa funzione ottimizza automaticamente le velocità pre urto e gli altri parametri d'urto. Fare riferimento al **Manuale Tecnico** per la teoria alla base del modello. Lo scopo dell'Ottimizzatore della Collisione è determinare le velocità pre-urto e gli altri parametri sulla base delle posizioni di arresto e/o di quelle intermedie dei veicoli.

Dopo aver attivato questa funzione appare la seguente finestra, con i 3 sotto menu Ottimizza, Proprietà e Rapporto:



Ottimizza

Questo campo definisce le strategie del processo di ottimizzazione. Sono disponibili attualmente tre algoritmi:

- **Genetico** (predefinito)
- **Lineare** (applicabile soltanto alla velocità all'urto ed al punto di urto)

- **Monte Carlo**

Durante il processo di ottimizzazione possono essere variati i valiri di numerosi parametri che vengono ottimizzati nell'ordine in cui appaiono nella lista tranne che per il Punto d'Urto (PU nel piano x-y) ottimizzato contemporaneamente al PU lungo l'asse z quando sono selezionate entrambe le opzioni.

Per gli algoritmi Lineare e Genetico, ogni valore viene ottimizzato in due fasi, iniziando con l'intervallo più ampio, prima di passare al parametro successivo nel seguente ordine:

☑ **Velocità all'urto**

5 km/h, 1 km/h

☑ **Punto d'Urto** – PU nel piano x-y

5 cm, 1 cm

☑ **PU coordinata z**– altezza verticale del punto di urto (soltanto per simulazioni in 3D)

5 cm, 1 cm

☑ **Piano di contatto** - angolo phi (vedere finestra Urto), gradi antiorari con origine sull'asse x

2.5° 0.25°

☑ **Direzioni Pre urto** – gli angoli delle direzioni dei veicoli prima dell'urto vengono cambiati in prossimità del punto di urto

2°, 0.5°

☑ **Posizioni dei Veicoli**

5 cm, 1cm

☑ **Restituzione**

0.05, 0.01

☑ **Attrito di contatto**

0.05, 0.01

L'algoritmo Genetico cambia entrambi i parametri ottimizzati (come Velocità 1 e Velocità 2) in maniera interattiva. Per esempio, se si inizia con una velocità di 10 km/h per ogni veicolo, la variazione inizialmente sarà la seguente:

Velocity 1	Velocity 2
10	10
15	10
15	15
10	15
5	15
5	10
5	5
10	5
15	5

Se con 15 km/h, 15 km/h si ottiene il minore errore il calcolo verrà fatto per valori superiore e per intervalli ampi (5 km/h). Appena si trovano errori inferiori ai 5 km/h, l'intervallo di ottimizzazione diminuisce a 1 km/h.

L'algoritmo Lineare varia la velocità ed il PU in maniera diversa. Per la velocità, la variazione della Velocità 1 avviene con gli intervalli positivi e negativi più ampi (5 km/h) fino a quando l'errore non diminuisce, e poi esegue la stessa operazione per la Velocità 2. quindi, ripete lo stesso processo con intervalli più piccoli (1 km/h. Per il PU, l'algoritmo Lineare esamina un'area di +/-25cm (larghezza intervallo: 5cm) e poi un'area di +/-5cm (larghezza intervallo:1cm). Si tratta fondamentalmente di una rasterizzazione di ogni punto ad intervalli di 5cm in un'area quadrata di 50 cm per 50 cm, e successivamente ogni punto ad intervalli di 1 cm in un'area quadrata di 10 cm per 10 cm, che viene selezionata nel punto con intervallo di 5 cm che ha l'errore più basso nel quadrato 50 cm per 50 cm. L'algoritmo Lineare non varia la coordinata z del PU quindi non dovrebbe essere utilizzata nelle simulazioni 3D dove anche questo parametro deve essere ottimizzato. Inoltre, dato che l'algoritmo Lineare si utilizza solo per la velocità dell'urto ed il punto d'urto, per gli altri parametri verrà utilizzato l'algoritmo Genetico a prescindere da ciò che è stato selezionato (Lineare o Genetico).

Per l'algoritmo Monte Carlo, vengono eseguite 100 ripetizioni (calcoli), usando valori casuali per i parametri di ottimizzazione selezionati. Questo evita le situazioni nelle quali gli altri algoritmi avrebbero potuto imbattersi in un minimo locale ed interpretarlo come solusione. Il medito fornisce una buona indicazione degli intervalli di velocità e altri parametri. È solitamente meglio assegnare i valori Vmin e Vmax nella finestra Proprietà quando si ottimizza la Velocità, altrimenti saranno utilizzati valori casuali tra 0 e 300 km/h con grande dispersione dei valori.

Gli intervalli degli altri valori casuali dell'algoritmo Monte Carlo sono i seguenti:

- **PU in direzione x-y** –+/- 0.5m
- **PU in direzione z** - +/-0.25m.
- **Angolo del Piano di Contatto** - +/-15°
- **Direzioni pre urto** - +/-15°
- **Posizioni del veicolo** - +/-0.1m
- **Coefficiente di Restituzione** - +/-0.25
- **Attrito del piano di contatto** - +/-0.25.

L'Ottimizzatore non interviene sui parametri quali frenate, sterzate o rotazioni pre urto che possono essere eventualmente variata manualmente dall'utente.

Per iniziare l'ottimizzazione cliccare su Ottimizza. Il processo può essere interrotto in qualsiasi momento con un solo click sul pulsante destro del mouse o premendo il tasto ESC.

Migliori sono le condizioni di partenza, più rapidamente il processo troverà una soluzione ottimizzata. Il processo di ottimizzazione può essere ripetuto diverse volte ed il programma manterrà come risultato la migliore situazione trovata.

Durante il processo proprio sopra il pulsante Ottimizza viene indicato l'errore ponderato più basso corrente e quello totale; viene anche mostrato il numero dei tentativi di ottimizzazione completati.

Esci chiude la finestra Ottimizza.

Proprietà

Questo campo consente all'utente di definire, per ciascun veicolo, i seguenti valori per il processo di ottimizzazione

- Limiti dell'intervallo di velocità (predefinito = da 0 fino a 300 km/h);
- EES;
- Peso, nella determinazione dell'errore totale, degli errori sulla distanza e sugli angoli per la posizione di arresto e per quelle intermedie (predefinita = 100%);
- Peso, nella determinazione dell'errore totale, di quello sull'EES (predefinito = 0%).

Quando il livello di frenata di un veicolo non è noto si consiglia di assegnare inizialmente un valore basso o nullo al peso della la posizione di arresto del veicolo. In questo caso è opportuno definire una posizione intermedia abbastanza vicina al punto d'urto, sulla quale le forze dello pneumatico non giochino un ruolo fondamentale nell'alterare la traiettoria del veicolo. Se sono note solo le posizioni di arresto, definire la posizione di arresto come posizione intermedia. In entrambi i casi, assegnare per tentativi dei livelli di frenata mentre l'ottimizzatore esegue i calcoli fino a suggerire dei valori ragionevoli, e successivamente aumentare il peso delle posizioni di arresto.

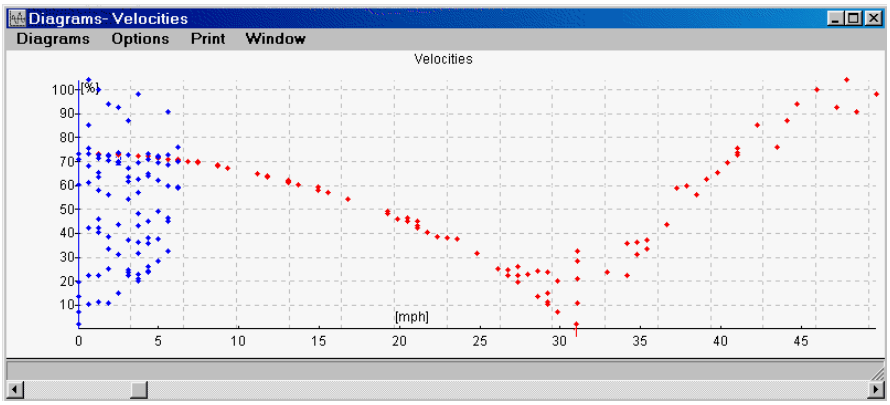
Rapporto

Questa finestra mostra un rapporto contenente i risultati dell'Ottimizzatore. Gli intervalli di errore dei risultati si basano su un limite di errore della traiettoria dell'Ottimizzatore selezionabile dall'utente.

Elimina Elimina tutti i risultati precedenti. Se non si preme su questo pulsante tra i vari processi di Ottimizzazione, i risultati precedenti sono integrati con i nuovi.

É possibile anche visualizzare i risultati sotto forma di grafici. Selezionare **Opzioni – Diagrammi – Diagrammi Ottimizzatore Collisione** per aprire i grafici per:

- **Velocità**
- **Punto d'urto**
- **Restituzione, attrito di contatto**
- **Direzioni pre urto**
- **Posizioni pre urto**



Il grafico mostra tutti i punti ripetuti dai processi di ottimizzazione dall'ultima

volta che è stato premuto il pulsante.

Simulazione Passeggero Madymo®

Con questa opzione si modifica il modello facoltativo del passeggero Madymo. Per ulteriori informazioni su questa funzione consultare il capitolo **Modello Passeggero Madymo**.

Opzioni

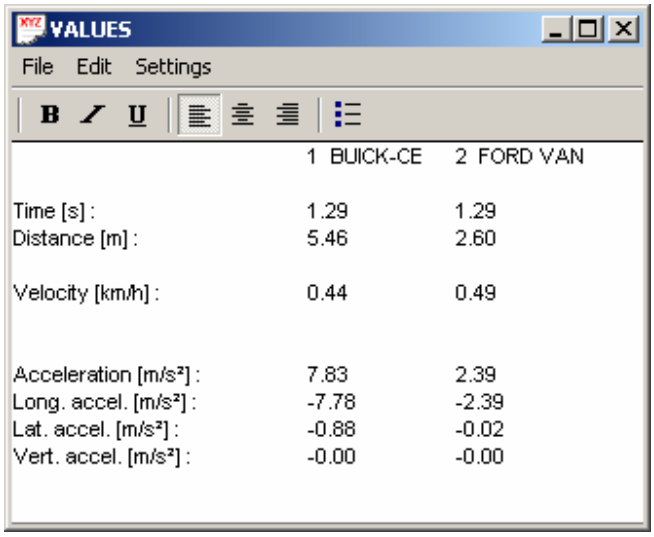
Questo menu viene utilizzato per visualizzare tabelle e grafici e per modificare le impostazioni del programma, le impostazioni di visualizzazione della schermata principale, la selezione della Prospettiva laterale e 3D.

Valori (F4)

Selezionando questa voce appare una finestra in cui vengono indicati, e continuamente aggiornati durante tutta la simulazione, i diversi valori della simulazione e/o della sequenza. Questa opzione consente all'utente di stampare o esportare i valori importanti per il controllo della simulazione.

La finestra Valori può essere utilizzata anche come elaboratore di testi per definire, ad esempio, i file dei veicoli (*.DAT). Questa finestra usa il formato RTF, che la rende compatibile con i formati di testo. L'utente può scegliere il formato adeguato ed importarlo direttamente in un elaboratore di testi.

La finestra valori mostra anche il conteggio dei caratteri spazi inclusi di ogni rapporto creato.


VALUES
File Edit Settings
1 BUICK-CE 2 FORD VAN
Time [s] : 1.29 1.29
Distance [m] : 5.46 2.60
Velocity [km/h] : 0.44 0.49
Acceleration [m/s²] : 7.83 2.39
Long. accel. [m/s²] : -7.78 -2.39
Lat. accel. [m/s²] : -0.88 -0.02
Vert. accel. [m/s²] : -0.00 -0.00

Barra degli strumenti

La barra degli strumenti nella finestra Valori consente all'utente di selezionare differenti formati testo e scrittura.

	Grassetto: attiva e disattiva il **grassetto** nel testo selezionato
	Corsivo: attiva e disattiva il *corsivo* nel testo selezionato
	Sottolineato: attiva e disattiva il sottolineato nel testo selezionato
	Allinea a sinistra, centra o allinea a destra
	Aggiungi o elimina elenco puntato nel testo

Ci sono tre menu nella parte superiore della finestra Valori:

File

Questo menu serve a caricare e salvare file, a stampare i contenuti della finestra Valori, ed a selezionare lo stile dei caratteri in questa o nelle altre finestre di PC-Crash.

Tutti i parametri indicati nella finestra Valori possono essere salvati o stampati con l'opzione **File** - **Stampa**.

Prima di stampare o salvare si possono aggiungere, ovunque nella finestra, delle note. Muovere il puntatore nella zona desiderata, cliccare sul tasto sinistro del mouse ed, infine, digitare il testo.

Nota: *Esiste una limitazione alla dimensione del file visualizzabile a 64kB. Questa dimensione è sufficiente nella maggior parte dei casi, tuttavia, quando si tenta di visualizzare una Dinamica del veicolo nella quale appaiono, per es., 10 colonne di valori per ogni intervallo della simulazione, 64 kB di visualizzazione potrebbero non essere sufficienti. Il problema si può*

superare salvando il file Valori ed aprendolo con un qualsiasi elaboratore di testi.

Modifica

Questo menu serve per modificare il testo nella finestra Valori

Impostazioni

Il menu Impostazioni viene utilizzato per scegliere quali parametri devono essere visualizzati nella finestra Valori.

Le prime sei opzioni del menu (quelle sopra la linea) possono essere visualizzate una alla volta vale a dire che quando una è selezionata, vengono escluse le altre. Cliccando di nuovo sugli elementi selezionati sopra la linea vengono deselezionati e possono essere visualizzati anche gli elementi della lista sotto la linea inferiore

Sequenze

Mostra tutti i valori delle sequenze nella finestra di dialogo Sequenze.

Sezioni

Indica il tempo, la distanza e la velocità per tutte le sequenze definite. I valori possono essere mostrati soltanto se l'intera simulazione è già stata calcolata.

Parametri dell'urto

Mostra tutti i parametri dell'urto per ogni collisione nella simulazione.

Dinamica Veicolo

Indica tempo, posizione, rotazione e velocità di tutti i veicoli negli intervalli di tempo predefiniti. L'intervallo di tempo è definito in **Impostazioni di Visualizzazione** usando Ultimo Tratto. Dopo aver definito il tempo, disattivare Ultimo tratto oppure i veicoli verranno disegnati nello stesso intervallo sulla schermata principale

Quando si salvano queste informazioni come file di testo (usando Salva dal menu Valori) possono essere utilizzate in altri programmi ad esempio, per animazioni a video o per simulazioni del movimento dei passeggeri.

Rapporto

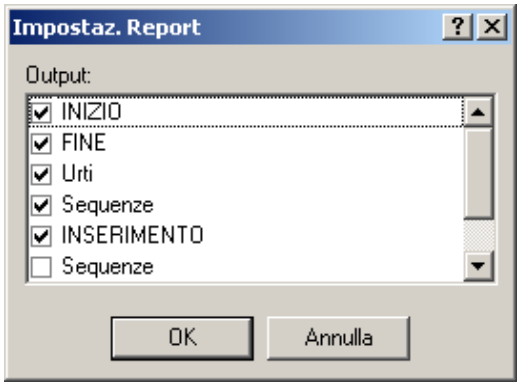
Mostra un rapporto completo della simulazione, identico alla stampa che si ottiene con l'opzione **File – Stampa rapporto**.

Usa Modello

Permette di caricare un modello di rapporto che assume automaticamente i dati dalla simulazione. I modelli di rapporto (file *.rtf) sono inclusi nella cartella dove è installato PC_Crash. Il file Keywords.rtf mostra tutte le parole chiave che possono essere utilizzate nei documenti.

Impostazioni Rapporto

I contenuti della stampa del rapporto possono essere selezionati in questa finestra.



Distanza/Tempo

Indica il tempo e la distanza percorsa da un veicolo lungo il suo percorso. I valori vengono posti uguali a 0 all'inizio di ogni nuova simulazione.

Forze normali dello pneumatico

Indica le forze sulle ruote perpendicolari alla superficie stradale per ciascuna ruota.

Forze laterali dello pneumatico

Indica le forze laterali sull'asse longitudinale dello pneumatico per ciascuna ruota.

Forze di frenata

Indica, per ciascuna ruota, le forze di frenata/accelerazione in linea con l'asse longitudinale dello pneumatico

Energia

Indica l'energia cinetica del veicolo.

Coefficiente di Attrito

Indica il coefficiente di attrito attuale per ciascuna ruota.

Velocità

Indica la velocità del centro di gravità del veicolo lungo la direzione di marcia.

Accelerazione

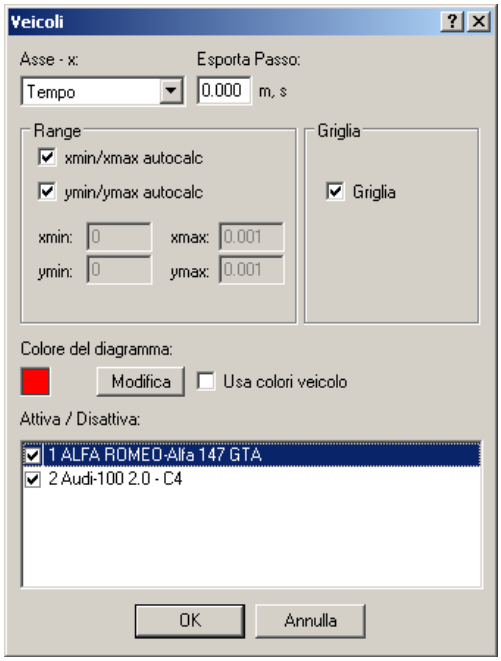
Mostra l'accelerazione del centro di gravità del veicolo.

Diagrammi (F2)

La finestra Diagrammi si utilizza per visualizzare il grafico di numerose grandezze fisiche in funzione dello spazio o del tempo per ciascun veicolo.

Dimensioni Diagrammi

I diagrammi possono essere ingranditi o ridotti coi pulsanti nella barra degli strumenti nella finestra diagrammi. Usando il pulsante si ridimensiona il diagramma adattandolo alla finestra diagrammi. L'area visualizzata può essere modificata selezionando l'opzione del menu **<Opzioni> <Diagrammi / Assi>**. Nella finestra si può inserire l'area di visualizzazione necessaria inserendo manualmente i dati nei campi (**xmin** – **ymax**) oppure si possono attivare i campi per il massimo ingrandimento automatico dei diagrammi.



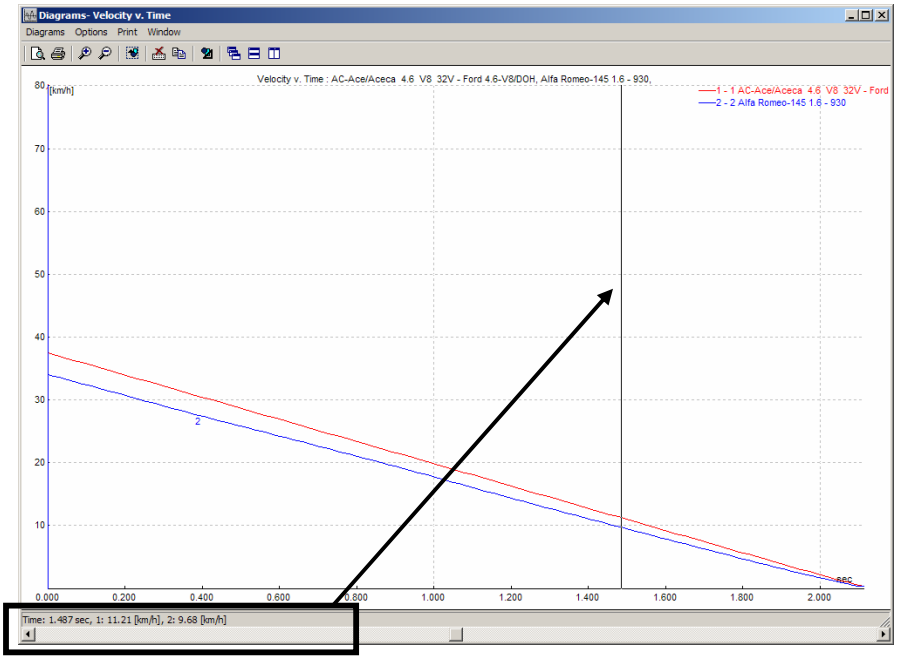
Colori delle linee dei diagrammi

Il colori delle linee dei diagrammi corrispondono ai colori Base del Veicolo, scelti in **Opzioni – Opzioni – Colori**. Ad esempio, la linea 4 del grafico sarà dello stesso colore del Veicolo 4 nella simulazione. Per questo motivo è meglio evitare di usate il bianco come colore del veicolo, dato che la linea nel grafico corrispondete a quel numero del veicolo non verrà visualizzata sullo sfondo bianco del grafico.

Il colore della linea si può cambiare anche selezionano l'opzione del menu **<Opzioni> <Diagrammi / Assi>**. Nella finestra il colore di ogni linea del grafico può essere specificata individualmente. Selezionando **Usa colori veicolo** le linee dei diagrammi saranno ricollegate ai colori dei veicoli.

Scansione diagramma

Premendo il tasto sinistro del mouse con il puntatore nella posizione desiderata sul grafico si attiva una funzione di scansione che consnete di leggere, nelle Barra di Stato, i valori esatti delle grandezze rappresentate nel grafico.



I grafici possono essere configurati con le opzioni del menu, situate sulla parte superiore della finestra Diagrammi:

Diagrammi

Questo menu serve per scegliere i grafici da visualizzare. Ogni opzione può essere attivata o disattivata con un solo click. L'asse X dei grafici indica la distanza o il tempo a seconda delle impostazioni scelte in **Diagrammi – Opzioni – Diagrammi /Assi**.

Veicoli

usando questa opzione del menu possono essere selezionati i seguenti grafici.

- **Velocità** - la velocità del veicolo lungo il suo percorso.
- **Distanza v. Tempo** - il tempo trascorso (secondi) rispetto alla distanza percorsa lungo il tracciato del veicolo.
- **Distanza-Tempo-Velocità** – il tempo trascorso (secondi) rispetto alla distanza percorsa ed alla velocità del veicolo lungo il suo percorso.
- **Direzione** - la direzione di un veicolo, gradi antiorari a partire dall'asse delle X.
- **Velocità angolare di imbardata** – la velocità angolare di imbardata, in radianti/sec o gradi/sec sull'asse verticale, * in direzione antioraria.
- **Angolo di Sterzata** - l'angolo di sterzata delle ruote di un veicolo in gradi, + in direzione antioraria.
- **Fattori di frenata** - le forze di frenata/accelerazione per ogni ruota, in % sulla forza statica normale.
- **Coefficiente di Attrito** - il coefficiente d'attrito su ciascuna ruota.

- **Forze normali dello pneumatico** –le forze verticali (perpendicolari al piano stradale) su ogni ruota.
- **Forze laterali dello pneumatico** – le forze laterali (parallele al piano stradale) su ogni ruota.
- **Forze di frenata dello pneumatico** – le forze longitudinali (parallele al piano stradale) su ogni ruota.
- **Accelerazione** – l'accelerazione laterale, longitudinale e verticale del centro di gravità del veicolo.
- **Angolo di rollio** – l'angolo d rollio di un veicolo lungo il suo asse longitudinale, gradi misurati in direzione antioraria, se visualizzato dalla parte posteriore (solo per simulazioni 3D).
- **Velocità angolare di rollio** – la velocità di rollio di un Veicolo lungo il suo asse longitudinale, + in direzione oraria, se visualizzato dalla parte posteriore (solo per simulazioni 3D).
- **Angolo di beccheggio** – l'angolo di beccheggio di un veicolo lungo l'asse laterale, in gradi orari dal livello, se visualizzato dalla parte posteriore (solo per simulazioni 3D).
- **Velocità angolare di beccheggio** – la velocità di beccheggio di un veicolo, + in direzione oraria, se visualizzata da destra (solo per simulazioni 3D).
- **Slittamento generale dello pneumatico** – lo slittamento dello pneumatico dovuto alla frenata o alle forze di accelerazione.
- **Giri al minuto degli pneumatici** – la velocità di rotazione delle ruote, in giri al minuto (rpm).
- **Forza del gancio di traino** - le componenti laterali, longitudinali e verticali della forza sul gancio tra il trattore ed il rimorchio.
- **EES** – I valori di EES calcolati.

Sistemi Multibody

Questo menu consente di visualizzare i grafici delle seguenti grandezze per ciascuno dei 16 componenti del pedone multibody. Per tutten le voci, eccetto che per l'energia, vengono forniti 4 valori per ciascun componente del sistema multibody (i valori lungo gli assi x, y e z e la risultante).

- **Distanza**
- **Velocità**
- **Accelerazione**
- **Angolo di rotazione**
- **Velocità Angolare**
- **Accelerazione Angolare**
- **Energia (cinetica)**
- **Forze di contatto**
- **Forze elastiche**

Ottimizzatore Collisione

Questo menu permette di visualizzare i grafici delle seguenti voci dell'Ottimizzatore della Collisione:

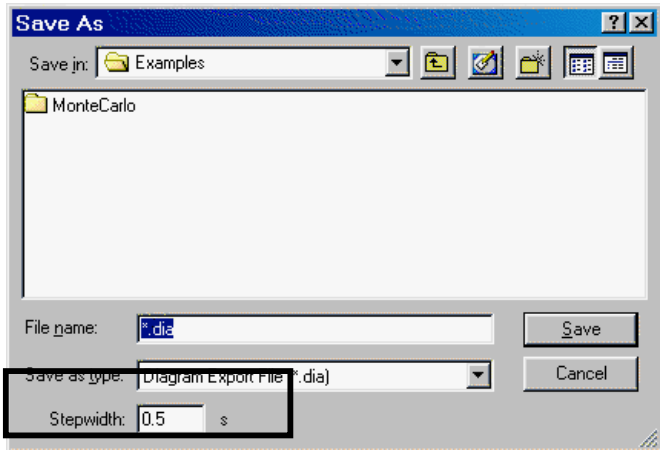
- **Velocità**
- **Punto d'Urto**
- **Restituzione, attrito di contatto**
- **Direzioni pre urto**
- **Posizioni pre urto**

Diagrammi Madymo®

Consultare il capitolo **Modello Passeggero Madymo**.

Esporta Diagramma

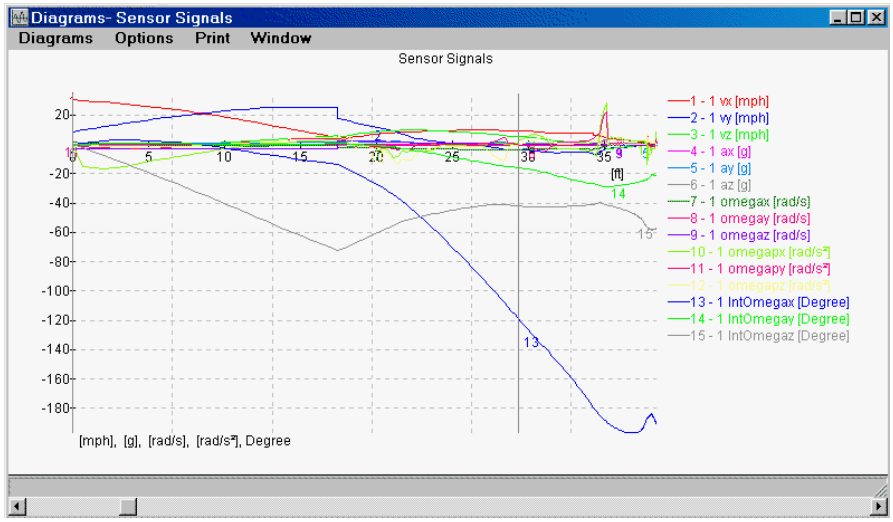
Consente di esportare un file *.dia oppure *.dxf dei diagrammi selezionati. La finestra di dialogo che si apre permette all'utente di salvare i dati in un file di testo specificando la risoluzione (temporale o spaziale del grafico). Generalmente sarà opportuno ridurre il valore preimpostato di 0,5 secondi ad un valore inferiore.



Segnali dei Sensori

Questa funzione consente di collocare dei sensori ovunque nel veicolo in modo che si possano visualizzare su di un grafico velocità, accelerazioni ed i valori di rotazione in un punto preselezionato. La posizione predefinita per i sensori è nel centro di gravità (x = y = z = 0).

Dato che questa funzione si utilizza principalmente per analizzare gli effetti del moto del veicolo su di un particolare passeggero, l'accelerazione di gravità è inclusa nel grafico dell'accelerazione. Per questo, un veicolo fermo avrà un accelerazione verticale di -1g.


Diagrams- Sensor Signals
Diagrams Options Print Window
Sensor Signals
1 - 1 vx [mph]
2 - 1 vy [mph]
3 - 1 vz [mph]
4 - 1 ax [g]
5 - 1 ay [g]
6 - 1 az [g]
7 - 1 omegax [rad/s]
8 - 1 omegay [rad/s]
9 - 1 omegaz [rad/s]
10 - 1 omegapx [rad/s²]
11 - 1 omegapy [rad/s²]
13 - 1 IntOmegax [Degree]
14 - 1 IntOmegay [Degree]
15 - 1 IntOmegaz [Degree]
[mph], [g], [rad/s], [rad/s²], Degree
[ft]

Sul diagramma, selezionando la voce **Opzioni – Diagrammi / Assi,** possono essere mostrate nella finestra Diagrammi una o tutte le seguenti grandezze:

- **Velocità** nelle direzioni x, y e z - Curve 1, 2, 3
- **Accelerazione** in direzione x, y e z (-1g in direzione dell'asse z è inclusa per l'accelerazione della gravità) - Curve 4, 5, 6
- **Velocità di rotazione** lungo gli assi x, y e z - Curve 7, 8, 9
- **Accelerazioni di rotazione** lungo gli assi x, y e z - Curve 10, 11, 12
- **Rotazioni** lungo gli assi x, y e z - Curve 13, 14, 15

Le curve da 1 a 15 si riferiscono al veicolo 1. Quando ci sono più veicoli nella simulazione, le curve da 16 a 30 si riferiscono al Veicolo 2, le curve da 31 a 45 al Veicolo 3, ecc.

Opzioni

Il menu opzioni serve a selezionare le opzioni di visualizzazione nella finestra Diagrammi.

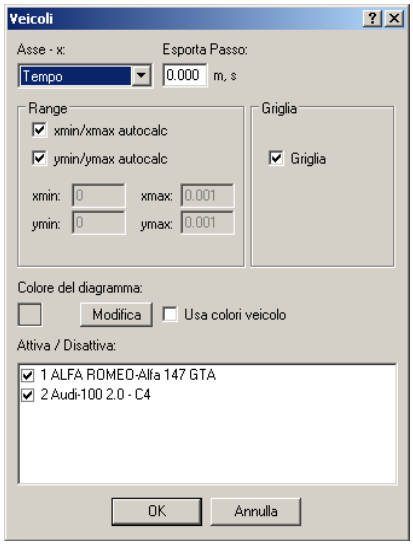
Copia (CTRL C)

Questa voce o il pulsante , permette di copiare il contenuto della finestra Diagrammi negli Appunti di Windows per inserirli in un altro programma. A

seconda dell'opzione scelta con Incolla Speciale nel documento di destinazione, il diagramma può essere incollato come immagine o come file di testo. La definizione del diagramma è selezionabile nella finestra Diagrammi/Assi (consultare paragrafo seguente).

Diagrammi / Assi

Si usa questa opzione per selezionare la distanza ed il tempo per l'asse delle x, i diagrammi del veicolo che devono essere mostrati (per i diagrammi multibody, è disponibile soltanto il tempo), e la definizione di esportazione del diagramma quando è selezionata l'opzione Copia (consultare paragrafo precedente).

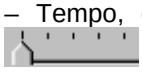


All'interno della finestra Veicoli ciascuna voce può essere attivata o disattivata separatamente coi relativi campi. Inoltre, tutte le voci possono essere attivate o disattivate col pulsante destro del mouse ovunque nella finestra Veicoli.

Inoltre si possono assetnare i colori delle linee e e gli estremi del diagramma.

Spostamento dell'Origine

Con questa opzione è possibile spostare i grafici a sinistra o a destra inserendo la distanza o il tempo desiderati nel campo Spostamento Origine. Il grafico Distanza-Tempo si può spostare anche verticalmente.

Quando è selezionato uno spostamento nel tempo del diagramma Distanza – Tempo, quando si utilizza la barra di scorrimento della simulazione  e nelle animazioni, sarà spostato anche il veicolo. Questa funzione è utile per sincronizzare il moto di un veicolo rispetto ad un altro. Consultare la sezione **Sincronizzazione dei Veicoli** nel capitolo precedente.

I grafici possono anche essere 'ribaltati' selezionando l'opzione Rifletti, il che può essere utile per i diagrammi che includono urti.

Griglia

Questa opzione permette di attivare o disattivare una griglia sovrapposta al diagramma. La densità della griglia è identica a quella della schermata principale e può essere modificata con l'opzione **Grafica –Scala & Spaziatura Griglia**

Muovi

Permette di spostare avanti e indietro le linee dei grafici. Se attivata questa opzione, il diagramma si può spostare con il puntatore del mouse tenendo premuto il tasto sinistro.

Barra di Disegno

Attiva la barra degli strumenti di disegno, che permette di aggiungere elementi di testo e disegno ai diagrammi per scopi descrittivi. Fare riferimento alla descrizione della voce del menu Disegno – Barra di Disegno .

Stampa

Si utilizza il menu stampa o il pulsante e poi per stampare il diagramma. Un'anteprima di stampa consente di osservare il risultato prima della stampa. Se sono aperti più diagrammi saranno stampati sulla stessa pagina.

Il testo inserito in **File – Stampa commenti** verrà stampato con i diagrammi.

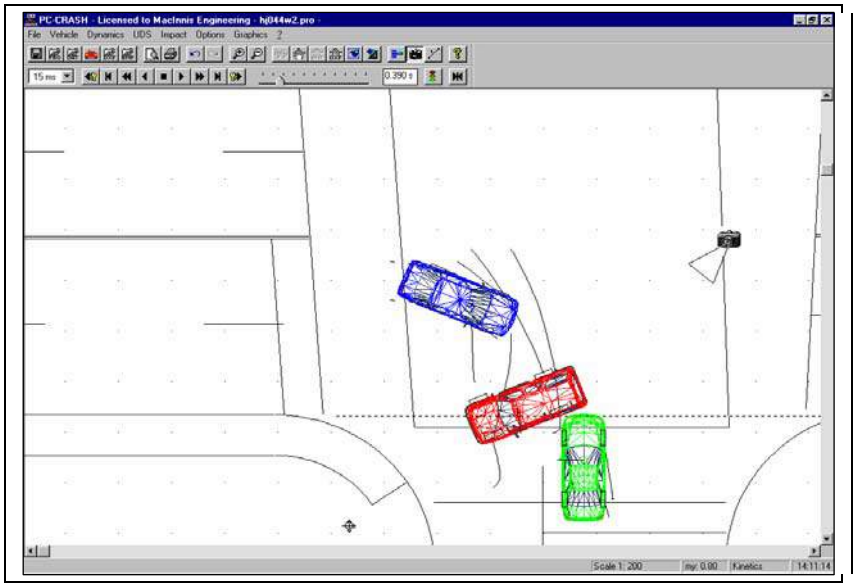
Finestra

Il menu Finestra viene utilizzato per aprire, chiudere ed organizzare le finestre dei grafici per visualizzare diagrammi multipli. Le finestre possono essere organizzate usando i pulsanti , , e .

Posizione viodeocamera 3D

Questo strumento consente di posizionare la videocamera sulla schermata principale per definire il punto da cui osservare i veicoli e la scena 3D (solamente PC-Crash 3D).

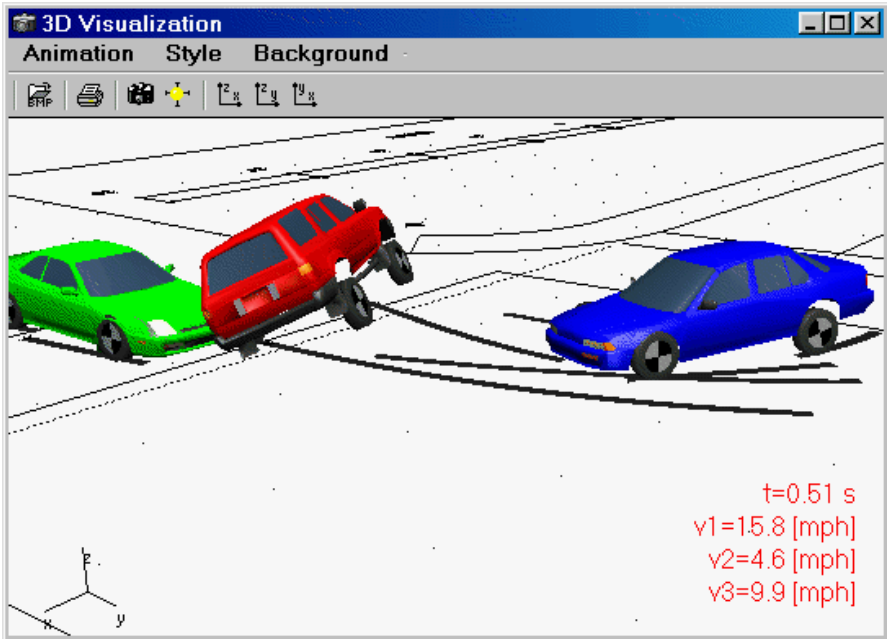
Quando lo strumento è attivo, il puntatore sullo schermo si trasforma in una videocamera che può essere spostata e fatta ruotare tenendo premuto il pulsante sinistro del mouse. Se la videocamera non è visibile sullo schermo, un solo click del pulsante sinistro del mouse in qualsiasi posizione dello schermo sposterà la videocamera nella posizione voluta. Per cambiare la direzione di visualizzazione, cliccare sul tasto sinistro del mouse col puntatore all'interno del cono di osservazione e spostarlo per far ruotare il cono.



Vista 3D (F9)

Questa opzione apre la finestra Animazione e Prospettiva 3D (solamente PC-Crash 3D) che può essere aperta anche con un doppio click sul simbolo della videocamera.

Questa finestra mostra un'immagine 3D della scena coi veicoli nella posizoone attuale e con qualsiasi altra informazione stabilita nell'opzione **Opzioni – Impostazioni di Visualizzazione** .



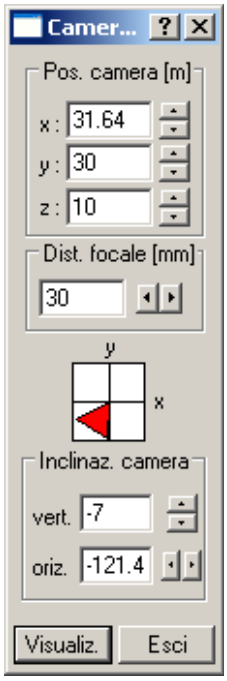
La finestra Vista 3D contiene 3 menu nella parte superiore: Animazione, Visualizzazione e Sfondo:

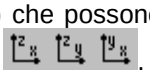
Animazione

Questo menu serve a posizionare la videocamera, fare il rendering, avviare le animazioni e stampare le scene 3D

Posizione videocamera

Questo comando apre la finestra di dialogo Impostazioni videocamera in cui si possono cambiare la posizione della videocamera, la rotazione e la lunghezza focale per ottenere la visione desiderata. Per una visione aerea si può stabilire un angolo verticale massimo di 89°.



Oltre alla posizione della videocamera qui specificata, ci sono tre prospettive predefinite (anteriore, laterale e superiore) che possono essere selezionate dalla barra della finestra di Visualizzazione  .

Posizionamento videocamera dinamica

È possibile muovere, fare panoramiche e fare lo zoom dinamicamente nella finestra 3D:

- **Muovere la videocamera** – tenere premuto il tasto sinistro del mouse e muovere il puntatore nella finestra 3D.
- **Panoramica (Rotazione)** – tenere premuto il tasto SHIFT e il pulsante sinistro del mouse e muovere il puntatore nella finestra 3D.
- **Zoom**– tenere premuto il tasto CTRL e il pulsante sinistro del mouse e muovere il puntatore su e giù nella finestra 3D per allontanare o avvicinare la videocamera alla scena.

Salva Filmato

Permette di fare il rendering delle animazioni. Le animazioni sono salvate in formato *.AVI che può essere aperto usando Windows Media Player.

Dopo aver attivato il menu Salva Filmato, si deve inserire il nome del file nella finestra di dialogo Salva con nome. Dopo che il nuovo fimmmle è stato accettato cliccando OK, apparirà la finestra Calcolo Animazione:

Qui si possono scegliere le dimensioni dell'animazione (in pixel), il numero dei fotogrammi al secondo, il tempo di inizio e fine dell'animazione e varie opzioni.

Opzioni

Questo pulsante apre la finestra nella quale si possono impostare opzioni quali anti-aliasing delle linee, o le modalità di funzionamento della videocamera o le opzioni di compressione dei file.

Usa Anti-Aliasing

L'anti-aliasing smussa i margini frastagliati applicando ombre intermedie di colori contigui lungo la superficie

Senza Anti-aliasing Con Anti-aliasing (2, 2)

L'anti-aliasing dovrebbe essere sempre usata per presentare animazioni di qualità, ma occorre tenere presente che aumenta considerevolmente i tempi della creazione dell'animazione e di aggiornamento della finestra 3D.

Camera

Il pulsante Camera consente all'utente di scegliere se svolgere l'animazione con una videocamera mobile, agganciata ad uno dei veicoli, oppure fissa inposizione predefinita o, ancora, in rotazione costante. La scelta viene fatta dall'elenco nella parte superiore della finestra Posizione Videocamera.

Prospettiva Conducente - aggancia la videocamera al veicolo, la posiziona ad un'altezza approssimativamente pari a quella del conducente di un autovettura (circa 1.2 metri), ed assegna una lunghezza focale di 35mm. Se lo si desidera, questi valori possono essere variati successivamente.

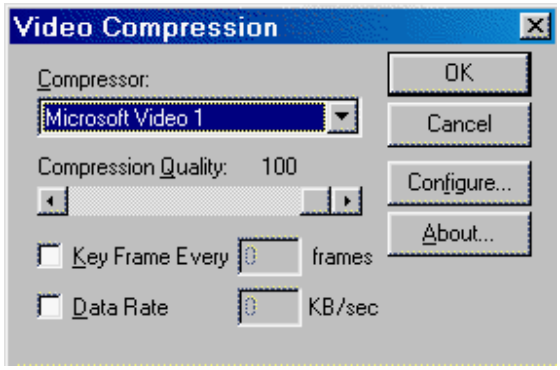
Rotazione videocamera costante – impedisce alla videocamera agganciata ad un veicolo di ruotare in imbardata col veicolo (la videocamera non ruota mai col rollio o col beccheggio del Veicolo).

Applica angolo di rollio e beccheggio – l'angolo di rollio e di beccheggio è usato per il calcolo della videocamera agganciata al veicolo.

Compressione

Questo pulsante apre la finestra di compressione video, nella quale si possono cambiare diversi parametri. Nelle animazioni complesse, cambiando questi parametri si può ottenere un buon bilanciamento tra la qualità dell'animazione e la velocità di riproduzione. Queste opzioni vengono usate quando si salvano le sequenze video sul disco.

Le sequenze video sono compresse e decompresse da programmi chiamati codec (acronimo per compressore/decompressore). Un codec è responsabile della compressione dei dati video grezzi in un formato adatto per la distribuzione. Quando si avvia una sequenza video compressa, il codec assume una funzione inversa, convertendo i dati compressi in immagini che possono essere mostrate sul sistema dell'utente.



Video per Windows include diversi codec, ciascuno dei quali ha vantaggi e svantaggi. Valutando un codec, si dovrebbero considerare i seguenti fattori:

- Qualità: quanto il codec preserva i colori, i movimenti ed i dettagli dell'immagine originari

- Rapporto dati: se il codec riduce il tasso di trasferimento dei dati ad un livello accettabile
- Memoria occupata: quanta memoria su disco si risparmia come risultato della compressione
- Tempo: quanto tempo è richiesto per la compressione ed la riproduzione.

Si dovrebbero sperimentare diversi metodi di compressione per vedere qual è il migliore per i contenuti video e per l'hardware disponibile.

nell'elenco a tendina Compressore nella finestra Compressione Video sono disponibili i seguenti metodi di compressione:

Metodo	Descrizione
Codec Cinepak da SuperMatch	Metodo di compressione eccellente per sequenze video salvate su CD-ROM. Cinepak assicura una buona qualità dell'immagine e del movimento secondo il rapporto di trasferimento dati dei CD-ROM (15 fotogrammi al secondo con una risoluzione di 320x240 dà un rapporto di trasferimento di 150K al secondo). La sequenza video viene salvata usando un formato colori a 24-bit, che preserva molte informazioni sui colori del video originario. Con display a 8-bit, Cinepak usa una retinatura (dithering) di colori per trasferire i valori del colore da 24-bit ad un formato con palette a 8-bit. Cinepak sfrutta una tecnica di compressione asimmetrica che impiega un tempo più lungo durante la compressione rispetto a quello di riproduzione. Su un sistema rapido di cattura delle immagini, è necessaria circa un'ora di tempo di compressione per minuto di video a risoluzione di 320x240, 15 fotogrammi a secondo.
Intel Indeo(TM) Video R3.2	Assicura immagini ad alta qualità (risoluzione 320x240; 15 fotogrammi per secondo), sfruttando una compressione asimmetrica. Indeo 3.1 usa un formato video a 24-bit color. Se utilizzato su display a 8-bit, Indeo esegue una retinatura (dithering) di colori dal formato 24-bit a quello a 8-bit. Indeo sfrutta la compressione hardware sulla scheda Intel Smart Video Recorder, consentendo una compressione hardware in tempo reale durante la cattura delle immagini. Intel raccomanda un intervallo di fotogramma chiave di 4.
Microsoft RLE	Metodo rapido di compressione utile per

	animazioni generate da computer, cattura di schermate, ed altre sequenze con aree di colori uniformi. La riduzione della qualità e risoluzione è sensibile se ci sono molti cambiamenti da fotogramma a fotogramma (come avverrebbe ad esempio nel caso di una sequenza catturata dal videoregistratore). Il metodo RLE è limitato a sequenze video a 8 bit.
Microsoft Video 1	Associa una buona qualità di riproduzione a tempi di compressione relativamente veloci. Se si sta utilizzando Cinepak codec come metodo finale di compressione, si potrebbe usare Video 1 per versioni preliminari delle sequenze video. È necessario assicurarsi di mantenere la copia master della propria sequenza originale e non compressa. La sequenza video viene salvata in formato 8-bit o 16-bit. Usando il formato 8-bit, si può specificare quali palette utilizzare nelle sequenze, in modo che se esse girano su computer ad 8 bit, Video 1 fornisce un miglior controllo sulle palette piuttosto che sui metodi di compressione che usano una tecnica automatica di retinatura dei colori.
Intel Indeo(TM) Video Raw	Formato YUV non compresso prodotto dalla scheda video Intel Smart Video Recorder. Si consiglia la cattura delle immagini in questo formato se si vuole usare un compressore diverso da Indeo 3.1.
Fotogrammi completi	Non è un metodo di compressione, ma permette di salvare l'animazione come un file AVI non compresso (senza perdita di qualità).

Le seguenti opzioni sono disponibili nella finestra Compressione Video:

Opzioni	***Descrizione***
Qualità compressione	Permette di bilanciare la qualità dell'immagine con il flusso dati specificato. Una qualità più elevata (muovendo l'indicatore verso destra) incrementa la chiarezza e l'accuratezza delle immagini a spese di un movimento più realistico. Qualità inferiore (muovendo l'indicatore verso sinistra) diminuisce la qualità dell'immagine ma fornisce un movimento più fluido. Il pulsante Configura contiene anche un

comando che offre impostazioni o informazioni specifiche sulla compressione.

☑ Fotogramma chiave ogni n fotogrammi	Specifica con quale frequenza salvare un fotogramma completo nella sequenza video. I fotogrammi chiave danno un'immagine completa del fotogramma ed agiscono come punto di riferimento per fotogrammi successivi che contengono soltanto le differenze rispetto alle immagini precedenti. I fotogrammi chiave permettono di raggiungere rapidamente i fotogrammi di interesse: l'utente può saltare al fotogramma chiave, e verrà mostrato il fotogramma completo.
☑ Trasferimento dati	Specifica il rapporto di trasferimento dati che ci si aspetta in fase di riproduzione. Il compressore video usa questa indicazione per determinare quali informazioni includere su ciascun fotogramma; con flussi di trasferimento più alti, si salvano più informazioni e migliore è la qualità. Se la sequenza video si ottiene da un dispositivo che ha un flusso di trasferimento più basso di quello specificato per la compressione, la qualità di riproduzione può risentirne.

Nota: *Non applicare i metodi di compressione multipla alla sequenza video. La maggior parte dei metodi causa una perdita di qualità, che peggiora se si utilizzano tecniche multiple. Per esempio, se si ha una scheda video con il proprio software di compressione, non c'è alcun bisogno di usare la compressione per creare il file AVI in PC-Crash.*

Quando si sperimentano le impostazioni di compressione, salvare la versione originale non compressa della sequenza video come riferimento.

Inizio

Il salvataggio dell'animazione parte con il pulsante Inizia. A seconda della sua complessità, la creazione dell'animazione può durare alcuni minuti.

Nota*: lo schermo del computer dovrebbe essere impostato a 16 bit o più. L'impostazione su 256 colori può causare un aumento di 10 volte del tempo di rendering. Controllare l'impostazione dello schermo cliccando sull'icona dello Schermo nel Pannello di controllo di MS-Windows.*

Le animazioni create si possono vedere in qualsiasi momento usando il programma **Windows Media Player**.

Le caratteristiche di questo programma sono documentate nel manuale di Windows.

Apri filmato

Questa funzione consente all'utente di scegliere e vedere animazioni all'interno di PC-Crash, invece di aprire Windows Media Player

Anteprima di Stampa

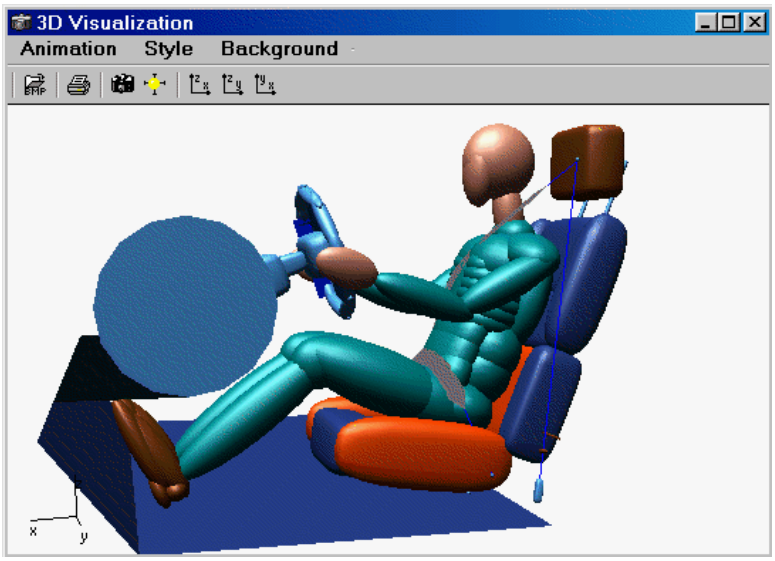
L'anteprima di stampa consente di osservare il risultato della stampa della finestra a 3D prima di procedere. Il testo inserito in **File – Stampa commenti** sarà stampato con l'immagine a 3D.

Stampa

Utilizzato per stampare l'attuale finestra 3D.

Apri file Madymo Kin3

Consente all'utente di inserire un file di tipo MADYMO Kin3. Si può visualizzare la simulazione 3D del movimento del corpo. Consultare il **Capitolo: Modello Passeggero Madymo** per ulteriori informazioni.

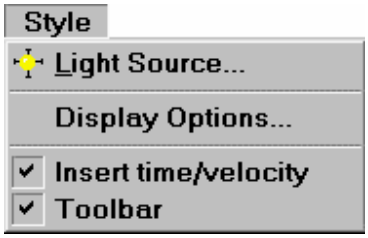


Informazioni su 3D

Fornisce brevi informazioni sulle caratteristiche di animazione di PC-Crash.

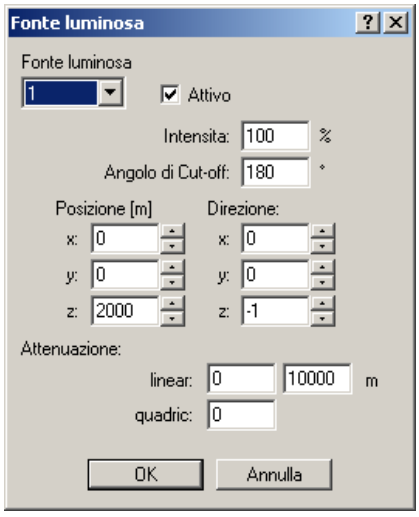
Visualizzazione

Questo menu serve a cambiare l'immagine dei veicoli e degli oggetti in 3D.



Fonte Luminosa

Strumento usato per definire la posizione della fonte luminosa che influisce sull'ombreggiatura dei veicoli e sulla posizione delle loro ombre.



Di default, è attiva soltanto una fonte luminosa. Utilizzare l'elenco Fonte Luminosa e ☑ Attivato per aggiungere altre fonti luminose.

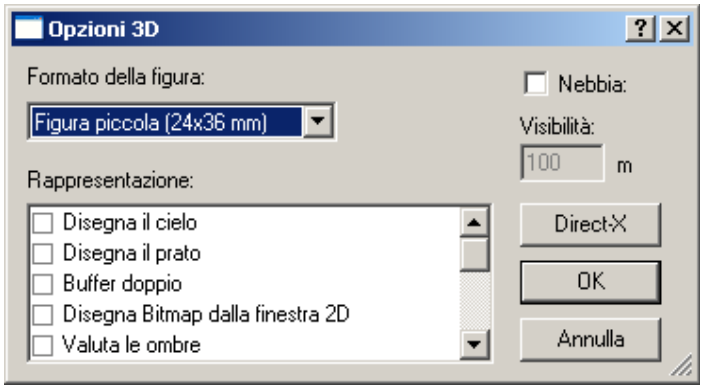
Utilizzare i campi Lineare e Quadratico per cambiare gli effetti di ogni fonte luminosa. L'attenuazione della luce A è calcolata in funzione della distanza D tra la fonte di luce e l'oggetto:

$$A = \frac{1}{A_0 + A_{Lin} D + A_{Quad} D^2}$$

Solitamente la distanza tra la fonte luminosa e gli oggetti è abbastanza grande, quindi valori bassi di A_{Lin} e A_{Quad} ridurranno l'intensità della luce in maniera significativa. La flessibilità nella collocazione delle fonti luminose è utili per emulare l'iiluminazione dei lampioni.

Invece di inserire un'attenuazione lineare, è possibile inserire una distanza e l'attenuazione lineare sarà calcolata automaticamente.

Opzioni di Visualizzazione



Questa finestra contiene varie funzioni che possono essere attivate o disattivate. Il formato dell'immagine (1^ finestra) è importante soltanto per le animazioni che verranno trasferite su un videonastro.

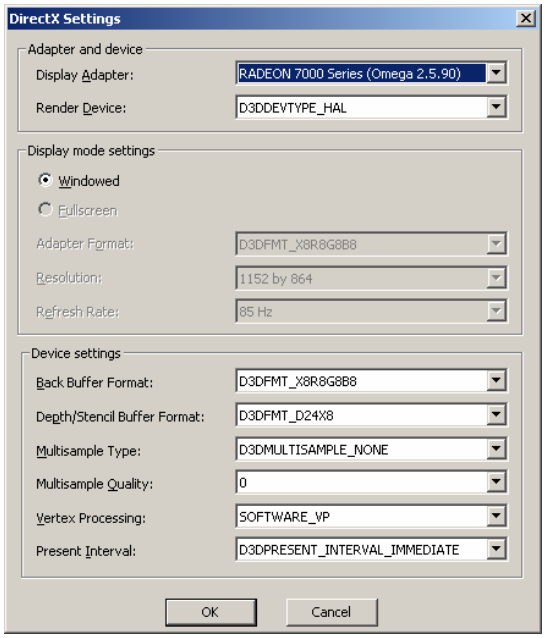
Le altre opzioni disponibili sono:

☑ **Nebbia**	Permette di attivare la nebbia, con la distanza di visibilità specificata dall'utente.

☑ **Disegna Cielo**	Mostra un cielo graduale di colore blu (più buio ad altezze più elevate).
☑ **Disegna terreno**	Colora il terreno di verde ad eccezione dei punti in cui c'è una bitmap o un disegno DXF.
☑ **Doppio Buffering**	Ridisegna per intero una finestra 3D, piuttosto che veicolo per veicolo.
☑ **Disegna Bitmap da Prospettiva 2D**	Converte il bitmap del piano di osservazione dalla schermata principale a quella corretta per l'osservazione scelta. Ciò richiede del tempo per i calcoli quando viene aperta per la finestra 3D la prima volta- ma non successivamente– anche quando viene spostata la videocamera
☑ **Calcola ombre**	Vengono mostrate le ombre dei veicoli
☑ **Sfumatura Gouraud**	Applica una sfumatura Gouraud ai veicoli che smussa sensibilmente le loro forme. Per attivare questa funzione si devono calcolare i vettori perpendicolari dei profili dei veicoli 3D in formato DXF quando le forme vengono inserite in PC-Crash.
☑ **Forme della ruota dettagliate**	Le ruote vengono mostrate con le borchie per mostrare la rotazione.
☑ **Tracce degli pneumatici larghe**	Vengono mostrate tracce degli pneumatici più larghe.
☑ **Testi 3D**	Mostra il testo in formato DXF nella finestra 3D.
☑ **Vista a segmenti**	Mostra gli oggetti come stilizzati a segmenti.
☑ **Numeri veicolo**	Mostra i numeri dei veicoli nella finestra 3D (non applicabile per le animazioni).
☑ **Veicoli**	Mostra i veicoli nella finestra 3D. La disattivazione dei veicoli è una caratteristica utilizzata principalmente per osservare il modello occupanti Madymo.
☑ **Fonti luminose**	Le fonti di luce saranno mostrate come cerchi bianchi che emettono luce dalla loro posizione.

Direct X

Questo pulsante apre la finestra di dialogo Seleziona dispositivo Direct3D®. A seconda delle modalità Direct3D supportate dalla scheda grafica del computer, la velocità del rendering può essere aumentata selezionando la modalità appropriata. La modalità predefinita è HAL; in questo modo si utilizza l'accelerazione hardware dell'adattatore grafico. Alternativamente si può utilizzare REF, il reference rasterizer (rasterizzatore interno). È significativamente più lento e non supportato da tutti i driver dei dispositivi, ma supporta ogni modalità di rendering dato che è integrato nel software.



È inoltre è possibile scegliere la scheda grafica se il computer ne possiede più d'una.

Il formato **Back Buffer** specifica la memoria di visualizzazione che è utilizzata per le animazioni 3D. non è necessario cambiare questo valore se la finestra 3D mostra la scena. Altrimenti provare diversi formati per ridurre l'utilizzo della memoria.

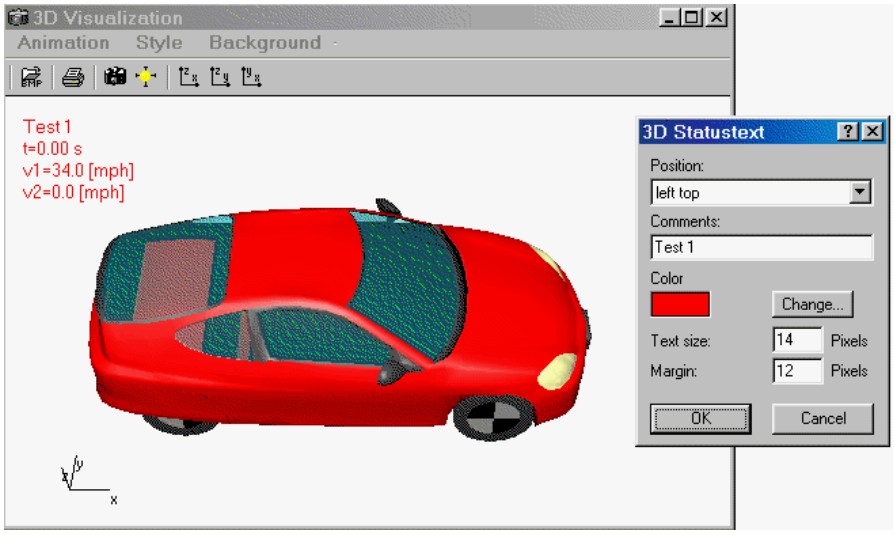
Il buffer di profondità si utilizza per determinare quale pixel è più vicino alla videocamera e deve essere visualizzato. Come con il back buffer ci sono diversi formati che il dispositivo può utilizzare. Se non si ha una visualizzazione corretta provare diversi formati per ridurre l'utilizzo della memoria.

Inoltre è possibile migliorare la qualità selezionando un modello con multicampionamento. Al fine di evitare la deformazione dell'immagine si fa il rendering di campioni multipli. Migliore è la qualità maggiore sarà il tempo necessario al dispositivo per disegnare la scena.

Il Vertex processing (trasformazione dei vertici) esegue i calcoli di trasformazione e illuminazione degli oggetti 3D sullo sfondo. Si può scegliere se i calcoli sono eseguiti dal software o dall'hardware della grafica selezionando il valore corrispondete. In generale il processo hardware è più rapido ma non tutte le schede supportano tutte le operazioni.

Inserire tempo/velocità

Inserisce il tempo e la velocità di ciascun veicolo (se attivato in Modello Simulazione) in ogni fotogramma dell'animazione. Si può selezionare di inserire la scritta in ognuno dei quattro angoli dei fotogrammi dell'animazione; si possono anche stabilire le dimensioni del testo, il suo colore ed aggiungere commenti.



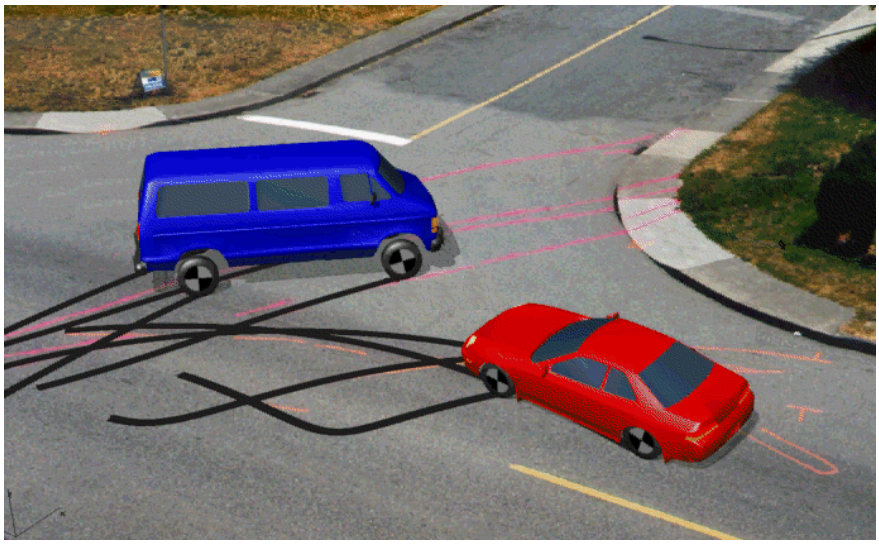
Per disattivare questa opzione, selezionare “non visualizzare” nell’elenco Posizione.

Barra degli Strumenti

Attiva e disattiva la barra degli strumenti Visualizzazione 3D.

Sfondo

Il menu Sfondo serve per caricare e modificare i bitmap da utilizzare come sfondo in un’immagine tridimensionale. Un fotografia in prospettiva della scena dell’incidente può costituire uno sfondo funzionale.



Carica Bitmap

Carica un bitmap in uno sfondo 3D. Per una prospettiva fotografica dell’attuale scena dell’incidente, la posizione della videocamera 3D di PC-Crash deve essere la stessa dello scatto della fotografia.

Elimina Bitmap

Cancella un bitmap caricato nella finestra di Visualizzazione 3D.

Posiziona Bitmap

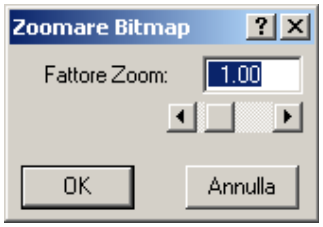
Permette all'utente di variare la grandezza ed il rapporto grafico (x-y) di un bitmap caricato. Ciò si ottiene disegnando un box rettangolare nella visione 3D (tenendo premuto il pulsante sinistro del mouse): il bitmap sarà distorto per adattarsi a questo rettangolo. È sconsigliato usare questa opzione con le fotografie.

Muovi Bitmap

Consente all'utente di spostare il bitmap (tenendo premuto il pulsante sinistro del mouse) in qualsiasi posizione nella prospettiva 3D.

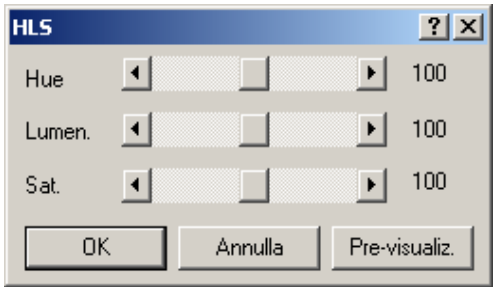
Scala Bitmap

Permette di cambiare la dimensione del bitmap inserendo il fattore di scala desiderato nella finestra di dialogo Zoom Bitmap, che appare selezionando questa opzione del menu.



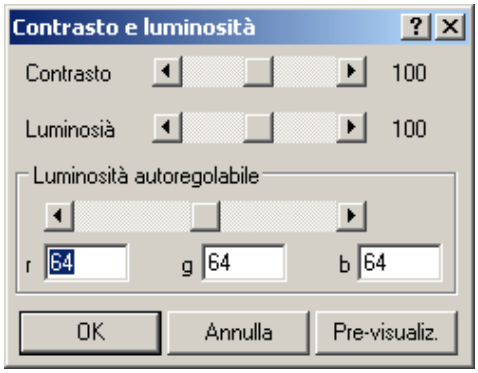
Tonalità/Luminosità/Saturazione

Permette di modificare la tonalità, la luminosità e la saturazione dello sfondo bitmap caricato con una barra di scorrimento nella finestra TLS.



Contrasto/Luminosità

Per modificare il contrasto, la luminosità, la luminosità adattativa e il colore dello sfondo del bitmap caricato muovere le barre di scorrimento o inserire i valori nei campi appositi, nella finestra di dialogo Contrasto e Luminosità.



Utilizzando la barra di scorrimento per la Luminosità adattativa, si modificano soltanto il contrasto e la luminosità delle aree più scure rispetto ai valori predefiniti.

Cliccando sul pulsante Anteprima vengono indicati i cambiamenti senza modificare l'attuale immagine. Ciò si può fare diverse volte. Se si clicca OK l'immagine viene modificata secondo quanto mostrato in anteprima.

Finestra Vista Laterale

La finestra Vista Laterale permette di visualizzare i veicoli e gli oggetti in scala reale nel piano verticale. Include uno strumento di misurazione, che si attiva cliccando e tenendo premuto il pulsante sinistro del mouse, e trascinando il puntatore da un punto ad un altro. La dimensione risultante è mostrata nella barra di stato della finestra Vista Laterale.

La finestra Vista Laterale è particolarmente utile per esaminare l'interazione fra il paraurti anteriore e posteriore dei veicoli nei tamponamenti, dato che include una funzione per applicare il beccheggio del veicolo dovuto alla frenata.

Prima di aprire la finestra Vista Laterale, selezionare la posizione della videocamera in maniera tale che mostri i veicoli dal lato desiderato (la distanza della videocamera dai veicoli non ha importanza, dato che è possibile ingrandire o ridurre la distanza con lo zoom dopo aver aperto la finestra).

Si possono caricare i seguenti profili dei veicoli da utilizzare nella finestra:

- Profilo DXF 3D (caricare con **Veicolo –Disegni Veicolo – File – Sagoma 3D– apri veicolo 3D**)

- Profilo DXF 2D Vista laterale (caricare con **Veicolo – Disegni Veicolo – File – Vista Laterale – Carica DXF**)
- Vista laterale Bitmap (caricare con **Veicolo – Disegni Veicolo – Vista Laterale – Bitmap**). PC-Crash include una serie di Viste laterali dei veicoli europei, nella sottocartella Prospettiva Laterale. Contiene anche alcuni veicoli americani e giapponesi, biciclette e motocicli. L'utente può aggiungere le proprie cartelle di fotografie. Le fotografie dovrebbe essere scattate lontano dal veicolo, con una lente a zoom per minimizzare la distorsione dovuta alla prospettiva.

La finestra Vista Laterale include le seguenti voci:

Strumenti

Ingrandisci

Avvicina il punto di osservazione ai veicoli.

Riduci

Allontana il punto di osservazione dai veicoli.

Barra degli strumenti

Attiva/disattiva la barra degli strumenti con le opzioni Stampa – Anteprima di stampa – Ingrandisci – Riduci

Barra di stato

Attiva/disattiva la barra di stato che mostra la posizione del mouse all'interno della finestra.

Proprietà

Seleziona la scala di stampa, Mostra griglia e la risoluzione della griglia.

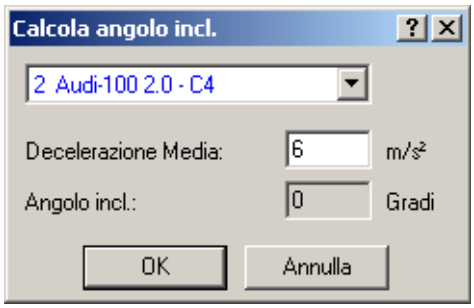
Opzioni

Copia Finestra

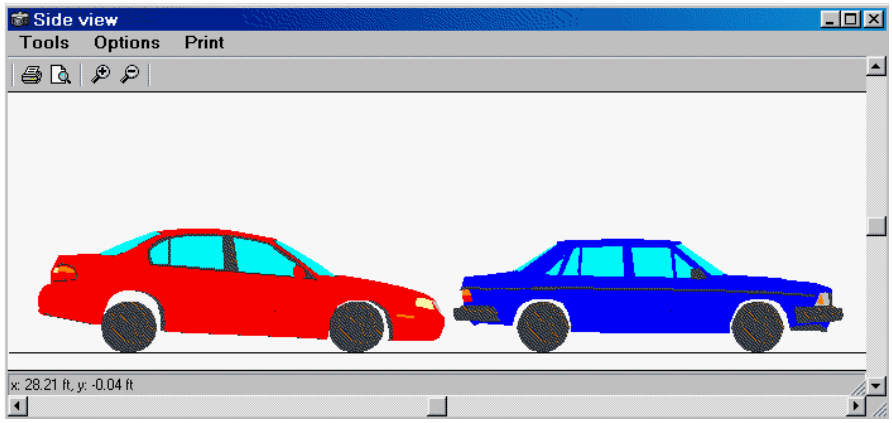
Copia l'area visibile negli Appunti come Windows Metafile (WMF), che può essere incollato su MS Word® o su altri programmi che accettano questo tipo di file.

Calcola Angolo di Beccheggio

Consente il calcolo dell'angolo di beccheggio del veicolo, sulla base della decelerazione della frenata indicata in **Dinamica – Sequenze** e le proprietà del veicolo stabilite in **Veicolo – Impostazione Veicolo**.



L'angolo di beccheggio calcolato per ogni veicolo verrà mostrato nella finestra Vista Laterale, per consentire un raffronto tra le altezze dei paraurti.



Ordine Sovrapposizione

Permette di mostrare un veicolo davanti o dietro un'altro.

Stampa

Anteprima di Stampa

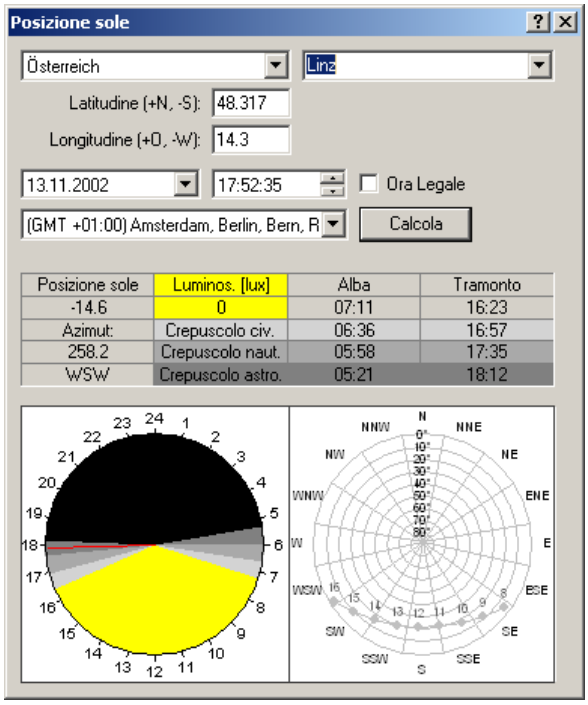
Mostra un'anteprima di stampa sulla base della scala selezionata in **Strumenti – Proprietà**.

Stampa

Stampa la prospettiva laterale, sulla base della scala selezionata in **Strumenti – Proprietà**.

Posizione del sole

Permette il calcolo della posizione del sole in un determinato luogo all'ora e nella data indicate.



Paese

Selezione del paese.

Luogo

Selezione del luogo. È possibile scegliere luoghi predefiniti.

Latitudine (+N, -S), Longitudine (+O, -W)

Mostra le coordinate del luogo selezionato. È possibile inserire manualmente le coordinate (Nord positivo, Sud negativo e Est positivo, Ovest negativo).

Data, Ora

Selezione della data e ora desiderata.

Ora legale

Attiva o disattiva l'ora legale.

Fuso orario

Se si usano le coordinate per definire un luogo bisogna selezionare anche il fuso orario corrispondente..

Valori

Posizione del sole L'altitudine è la distanza angolare sopra l'orizzonte ($0 < h < 90°$),

Azimuth la distanza angolare, misurata lungo l'orizzonte

Punti Cardinali l'orientamento si misura in gradi (0 o 360° equivale al Nord, 90° = Est, 180° = Sud e 270° = Ovest). Inoltre la direzione (es. 109.4° = OSO) è indicata come testo. Nel grafico a destra il sole è rappresentato nella posizione all'ora indicata (linea rossa) e nel corso della giornata (giallo - grigio).

Intensità luminosa (lux). La densità luminosa in lux (lx) intesa come misura della quantità di luce su una superficie. Per il calcolo è utilizzata una superficie bianca ed un cielo senza nuvole.

Alba L'alba è il momento in cui il lembo superiore del sole appare sopra la linea dell'orizzonte. L'effetto della rifrazione nell'atmosfera terrestre alza l'immagine del sole di circa mezzo grado sull'orizzonte, facendo sorgere il sole due minuti prima rispetto alla reale posizione del sole nello spazio.

Tramonto il tramonto è il momento in cui il lembo del sole calante si posiziona sotto l'orizzonte. L'effetto della rifrazione nell'atmosfera terrestre alza l'immagine del sole di circa mezzo grado sull'orizzonte, facendo calare il sole due minuti dopo rispetto alla reale posizione del sole nello spazio (nota: in aree collinari avviene a causa del rilievo circostante una cosiddetta ombreggiatura dell'orizzonte, cioè l'orizzonte non è 0 gradi, quindi nelle valli, ad esempio, il sole sorge più tardi e cala prima).

Crepuscolo civile periodo del crepuscolo che inizia (o finisce) quando il centro del sole (rifratto) è maggiore di 6,5° sotto l'orizzonte (da 0° a 6,5°).

Crepuscolo nautico. periodo del crepuscolo che inizia (o finisce) quando il centro del sole (rifratto) è maggiore di 12° sotto l'orizzonte.

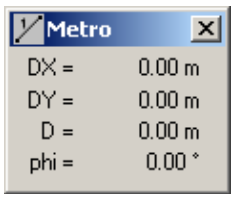
Crepuscolo astronomico periodo del crepuscolo che inizia (o finisce) quando il centro del sole (rifratto) è maggiore di 18° sotto l'orizzonte.

Griglia

Attiva o disattiva una griglia sulla schermata principale le cui impostazioni si possono regolare in **Grafica –Zoom e Griglia** (consultare la descrizione del menu relativo). La griglia appare nella finestra 3D con altezza 0.

Metro

Lo strumento Metro permette di effettuare misurazioni nella schermata principale. Le misure sono in metri (unità metriche).



La finestra Metro include le voci seguenti:

- **DX** - Distanza in direzione dell'asse X (orizzontale sullo schermo)
- **DY** - Distanza in direzione dell'asse Y (verticale sullo schermo)
- **D** – Distanza lungo la linea di misurazione
- **phi** – angolo della linea di misurazione (crescente in senso antiorario dall'asse X).

La misurazione viene fatta collocando il puntatore sul primo punto della distanza da misurare e, quindi, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse mentre si muove il puntatore verso il secondo punto. I valori misurati restano visibili nella finestra di dialogo Metro fino a quando il tasto sinistro del mouse viene nuovamente premuto. La disattivazione della funzione Metro si ottiene o selezionando un'altra opzione o cliccando di nuovo sull'opzione.

Barra di Simulazione (SHIFT F9)

Con questa opzione si può attivare o disattivare la Barra degli strumenti di Simulazione. Fare riferimento al capitolo precedente per una descrizione approfondita di ogni strumento.

Barra degli strumenti principale

Attiva o disattiva la Barra degli Strumenti principale. Fare riferimento al capitolo **Utilizzare PC-Crash** per una descrizione approfondita di ogni strumento.

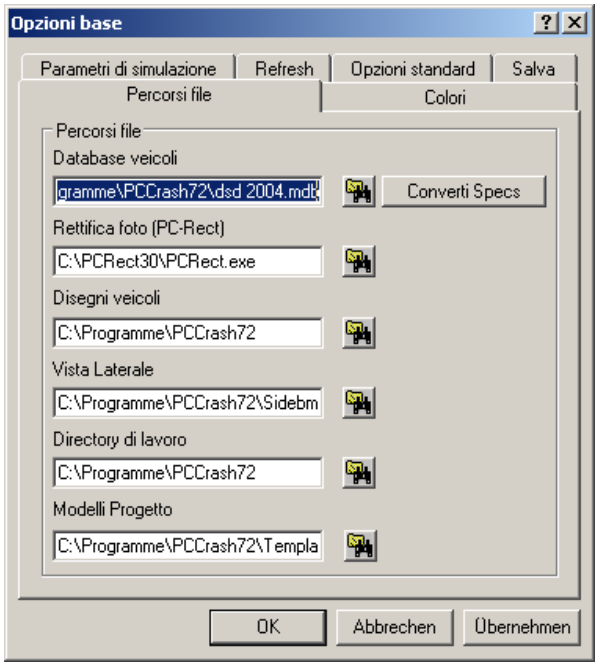
Barra di Stato

Attiva o disattiva la Barra di Stato nella parte inferiore dello schermo. Contiene messaggi di errore e informazioni aggiuntive (scala, attrito, tempo, e modello della simulazione).

Opzioni

Si utilizza **Opzion**i per definire le impostazioni predefinite di PC-Crash. Esse vengono automaticamente salvate in un file **crash80.ini** nella directory Windows.

Selezionando **Opzioni** appare la seguente finestra:

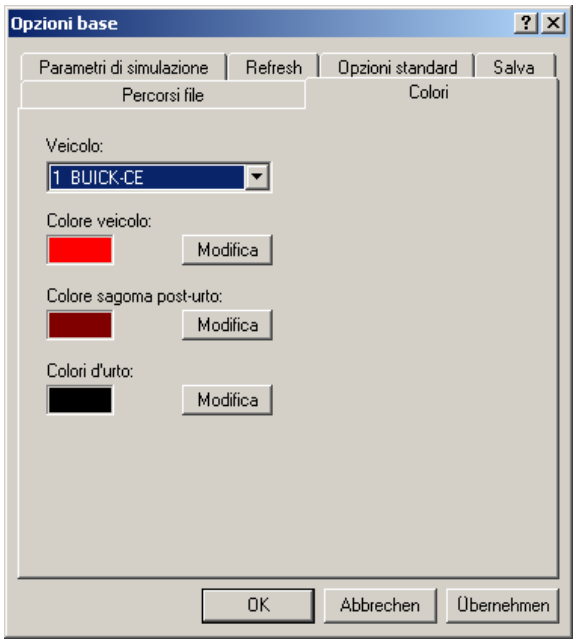


Cartelle

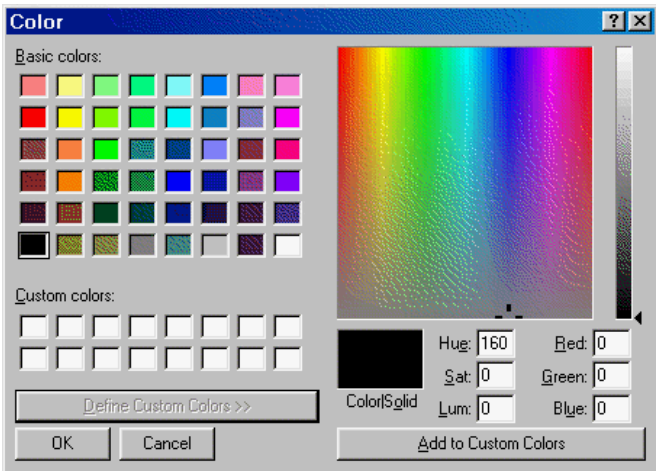
In quest'area, si possono cambiare le cartelle in cui PC-Crash cerca i database dei veicoli, PC-Rect, file DXF e bitmap dei veicoli, progetti e modelli di progetti, usando l'apposito pulsante Cambia .

Colori

I colori di tutti i veicoli possono essere definiti secondo le preferenze personali. I colori scelti saranno usati in tutte le simulazioni.



Quando si clicca Cambia per ciascun campo di colore del veicolo (Base, Posizione di quiete e 200ms dopo l'urto), il colore può essere selezionato dalla seguente finestra Colori. È possibile anche creare colori personalizzati.



Colore veicolo

Questo colore è per la posizione attuale del veicolo sullo schermo ed è il colore del veicolo nella finestra 3D e nelle animazioni. Lo stesso colore verrà utilizzato per le linee del grafico (**Opzioni – Diagrammi**).

Colore sagoma post-urto

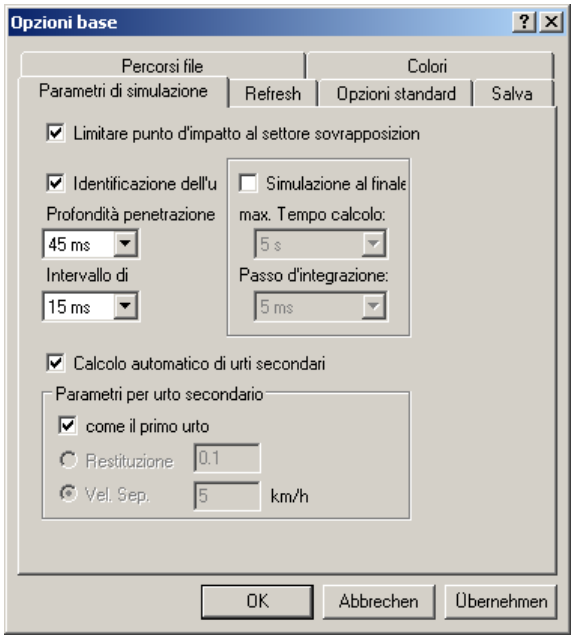
Colore per le posizioni diverse dalla posizione attuale del veicolo sulla schermata principale, come ad esempio quella iniziale o di arresto.

Colore 200 ms dopo l'urto

Questo colore è utilizzato per indicare il Veicolo 200ms dopo l'urto, e appare quando avviene un urto, usando **Urto – Simulazione Urto**.

Parametri Simulazione

Questa voce del menu permette all'utente di cambiare i parametri della simulazionee può essere aperta anche col pulsante Opzioni nella finestra Simulazione Urto.



Aggancia punto d'Urto

Quando è attivata questa opzione il punto d'urto può essere posizionato solo nell'area di sovrapposizione dei due profili rettangolari del veicolo nella collisione.

Individuazione Urto

Attiva l'individuazione automatica dell'urto ed è identica all'opzione del menu **Urto – Individuazione Urto**.

Profondità di penetrazione

L'elenco a tendina permette di selezionare il tempo che intercorre fra il primo contatto tra i profili rettangolari dei veicoli ed il momento in cui è calcolato l'urto. è da considerarsi realistico di tempo compreso tra 30 e 60 ms – come si può verificare sulla base della deformazione misurata sul veicolo. Questo tempo vale anche per gli urti secondari se i veicoli sono ancora agganciati e si avvicinano l'uno all'altro.

Calcolo Automatico

Quando è attivata questa opzione, la simulazione va avanti fino alla posizione di arresto del veicolo, o al termine del tempo stabilito (consultare la voce successiva), ogni volta che si opera un cambiamento nella finestra della Simulazione Urto.

Questa opzione è identica a quella Calcolo Automatico nella finestra Simulazione Urto (vedere **Urto – Simulazione Urto**).

Tempo massimo della simulazione

Quando è attivo Calcolo Automatico, la simulazione si fermerà al tempo qui specificato, a meno che i veicoli non raggiungano la posizione di arresto prima di tale istante.

Intervallo di integrazione

L'intervallo di integrazione del Calcolo Automatico può essere cambiato dall'utente. Normalmente PC-Crash usa un intervallo di 5ms. Tuttavia, per la modalità Calcolo Automatico, questo intervallo può essere aumentato per rendere più rapida la simulazione. Un intervallo di simulazione lungo non deve essere usato quando i veicoli sono vicini all'urto.

☑ Calcolo Automatico di Urti Secondari

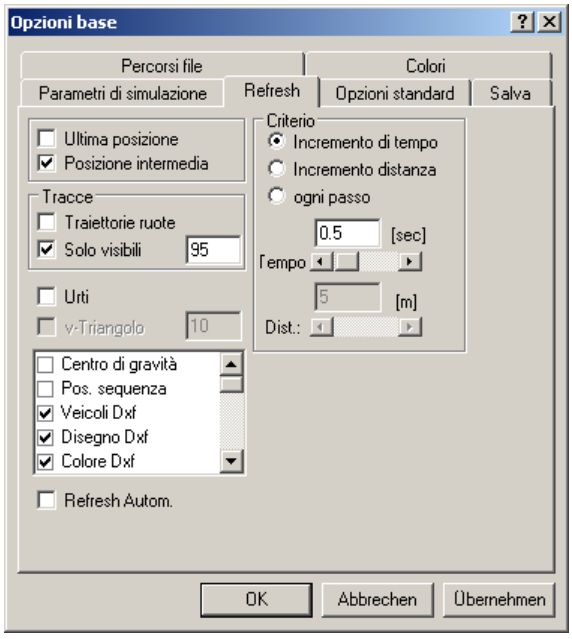
Questa opzione permette di calcolare gli urti secondari automaticamente quando i veicoli si sovrappongono della quantità specificata alla voce Profondità di penetrazione.

Parametri per Urti Secondari

Quest'area è utile per specificare una restituzione o una velocità di separazione degli urti secondari differente da quella del primo urto.

Impostazioni di Visualizzazione

Questo strumento viene usato per cambiare le impostazioni di visualizzazione della schermata principale e (per PC-Crash 3D) della finestra di Visualizzazione 3D. Consultare per una descrizione dettagliata il capitolo precedente, paragrafo **Visualizzazione Schermata Principale**.



☑ Ultima Posizione

Mostra le posizioni iniziale, finale ed attuale del veicolo.

☑ Ultimo Tratto

Vengono mostrate le posizioni del veicolo ad ogni incremento specificato. La selezione di questo campo espande la finestra Impostazioni di Visualizzazione per includere un'area in cui l'utente può selezionare quando visualizzare il veicolo ad incrementi di Tempo, di Distanza o ad Ogni Intervallo (ogni calcolo effettuato).

Cambiamenti del valore di incremento in questa finestra influiscono soltanto su ciò che viene mostrato sullo schermo e non sulla frequenza di calcolo

L'incremento specificato sarà quello utilizzato nella sezione Dinamica Veicolo della finestra Valori. Non è necessario attivare ☑ Ultimo Tratto perché il valore di incremento specificato appaia nella finestra Valori.

☑ Traiettorie delle ruote

Vengono mostrate le traiettorie di tutte le ruote, sia cha abbiano slittato che no.

☑ Tracce visibili

Vengono mostrate soltanto le tracce degli pneumatici visibili sulla strada. Per questo motivo, PC-Crash considera che le tracce siano visibili quando la combinazione delle forze longitudinali e laterali combinate sugli pneumatici supera il 95% della forza di attrito. L'utente può cambiare questo valore predefinito in qualsiasi momento

☑ Urti

Viene mostrata la posizione di tutti gli urti, il piano di contatto, il cono di attrito ed il vettore dell'impulso.

☑ Triangolo V

Per ogni veicolo vengono mostrati i grafici del vettore velocità, ed i triangoli formati dai vettori della velocità pre-urto, della velocità post-urto e della variazione di velocità.

Nel campo vicino a ☑ Triangolo V si può regolare la scala dei grafici dei vettore della velocità. Con un fattore di scala preimpostato di 10, un metro sullo schermo corrisponde ad una velocità di 10 km/h.

Altre opzioni disponibili nell'elenco Impostazioni di Visualizzazione sono:

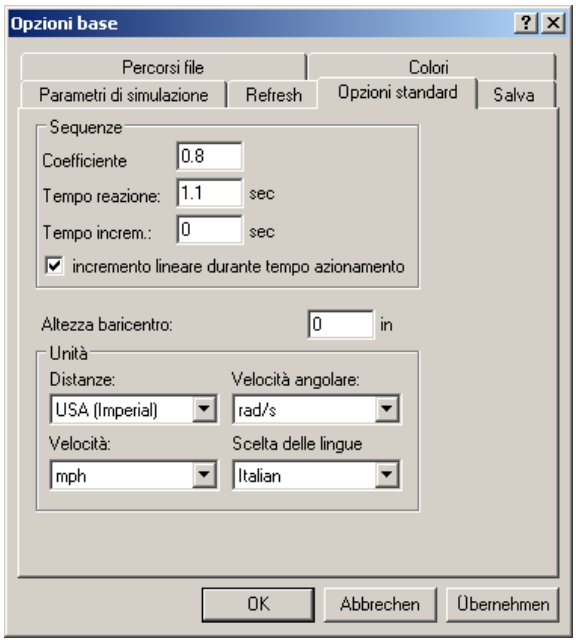
☑ **Centro di Gravità**	Mostra il percorso del centro di gravità
☑ **Posizioni Sequenza**	Mostra le posizioni del veicolo all'inizio di ogni sequenza
☑ **Veicoli DXF**	Permette, la rappresentazione dei veicoli con file DXF 2D o 3D, anziché con semplici profili rettangolari
☑ **Disegno DXF**	Mostra il disegno DXF caricato come sfondo della simulazione
☑ **Colore DXF**	Mostra il disegno DXF caricato a colori invece che in bianco e nero
☑ **Bitmap**	Mostra il bitmap caricato a livello del terreno sulla schermata principale
☑ **Poligoni di Attrito**	Mostra i profili dei poligoni di attrito definiti
☑ **Testo Poligono di attrito**	Mostra il testo relativo ai poligoni di attrito definiti
☑ **Poligoni di Pendenza**	Mostra i profili dei poligoni di pendenza definiti

☑ **Testo Poligono di pendenza**	Mostra il testo relativo ai poligoni di pendenza definiti
☑ **Percorsi Veicolo**	Mostra i percorsi definiti per il veicolo
☑ **Profili deformazione**	Mostra i profili di deformazione 2D approssimativi, come definiti dalla posizione del punto d'urto e dalle aree di sovrapposizione dei profili dei veicoli
☑ **Posizioni Ottimizzatore**	Mostra le posizioni intermedie e di arresto dell'ottimizzatore
☑ **Forme solide veicolo**	Mostra forme del veicolo DXF 3D come solidi invece che come linee sulla schermata principale
☑ **Forme Veicolo dettagliate**	Permette di mostrare un veicolo con più dettagli (finestrini e paraurti) sulla schermata principale
☑ **Percorso del profilo del veicolo**	Mostra la traiettoria di ogni angolo del veicolo per definirne l'ingombro
☑ **Corpi di contatto**	Mostra i corpi ellissoidali per il modello di contatto basato sulla rigidezza
☑ **Pos. arresto/intermedia del percorso del CG**	Le posizioni di arresto ed intermedie del CG sono collegate da linee
☑ **Velocità PU**	Mostra le velocità al punto dell'urto per il calcolo dell'urto a ritroso
☑ **Metodo dello specchio del momento**	Visualizza il metodo dello specchio del momento (scala 0.001:1 m per 1000 Ns)

☑ Aggiornamento Automatico

Aggiorna automaticamente la schermata quando le finestre vengono spostate o chiuse. Aggiorna anche automaticamente la finestra 3D. Si suggerisce di disattivare questa opzione con computer poco potenti

Impostazioni Predefinite



Possono essere specificati dei valori predefiniti per le seguenti voci:

Attrito

Il coefficiente di attrito degli pneumatici sulla strada può essere specificato qui o cambiato in qualsiasi momento facendo doppio click sull'area "my" della barra di stato nella parte inferiore della finestra principale.

Tempo di reazione

Tempo di percezione/reazione del conducente per le sequenze di Reazione.

Ritardo di frenata

Il tempo di ritardo della frenata per la sequenza Decelerazione è il tempo tra quando viene azionato il pedale del freno e quando il livello di frenata specificato arriva alla ruota. Un tempo di ritardo tipico in condizioni di frenata improvvisa è circa 0,2s, con tempi più lunghi per condizioni di frenata normali o per sistemi di frenata ad aria.

☑ Aumento lineare durante la fase di frenata

Specifica un aumento lineare della forza di frenata da zero fino al livello stabilito oltre il tempo di ritardo della frenata. Se non è attivata questa opzione si presuppone una media di ½ del livello di forza massimo durante il tempo di ritardo di frenata.

Altezza Predefinita del CG

Specifica l'altezza del centro di gravità che avranno i veicoli caricati in PC-Crash. Se si mantiene un'altezza uguale a 0, la simulazione sarà 2D a meno che l'altezza del CG sia cambiata successivamente nella finestra **Veicolo – Impostazioni Veicolo - Geometria Veicolo**.

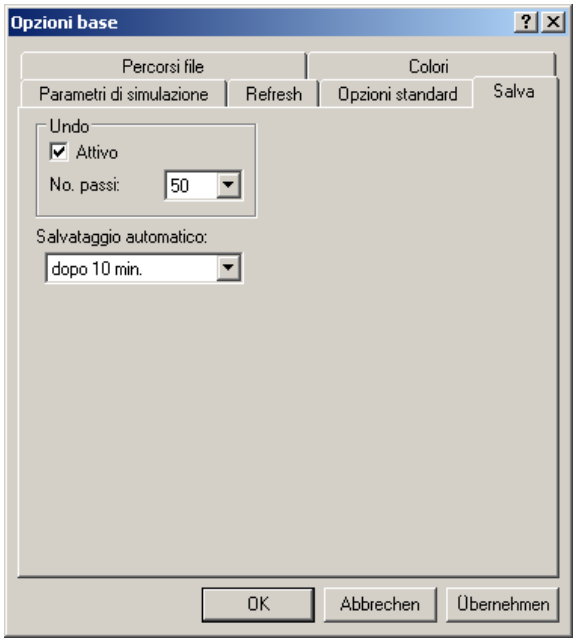
Unità

Permette di scegliere tra diverse unità di misura. È possibile scegliere per le distanze (unità metriche, anglosassoni) e per le velocità (km/h, mph, fps e m/s). Le unità di misura possono essere cambiate in qualsiasi momento quando si lavora su un progetto.

Lingua

Permette di scegliere tra diverse lingue.

Salva



La finestra di dialogo Salva contiene le impostazioni per le funzioni di Annullamento dell'azione e di Salvataggio Automatico.

Annulla

La funzione Annulla in PC-Crash è simile a quella di altri programmi. Le azioni possono essere annullate o ripristinate con i pulsanti "Annulla ultima azione" o "Ripristina ultima azione" Si possono mantenere in memoria fino a 50 azioni, come selezionato in "N° di azioni" nell'elenco all'interno dell'area Annulla.

Funzione di Salvataggio Automatico

Quando è aperto PC-Crash la sessione di lavoro in corso viene salvata automaticamente con il nome Recover.pro nella cartella Windows\Temp (o la cartella specificata nella cartella Sistema del Pannello di Controllo di Windows) ad intervalli di tempo (tra 1 e 10 minuti). In caso di errori del software, quando si riapre PC-Crash verrà richiesto se si vuole caricare l'ultima sessione di lavoro contenuta in Recover.pro. Ricordare di rinominare il file con il nome desiderato dopo averlo riaperto.

Grafica

Il menu Grafica consente di eseguire operazioni sui bitmap e sui disegni DXF dello sfondo.

Scala e Spaziatura Griglia

Apre la seguente finestra:

Scala

Si può specificare la scala dell'immagine sullo schermo e della stampa. Questa può essere modificata anche coi pulsanti Ingrandisci e Riduci nella barra degli strumenti principale o facendo doppio click sull'area "Scala" nella barra di stato.

All'avvio di PC-Crash, la scala preimpostata è di 1:200.

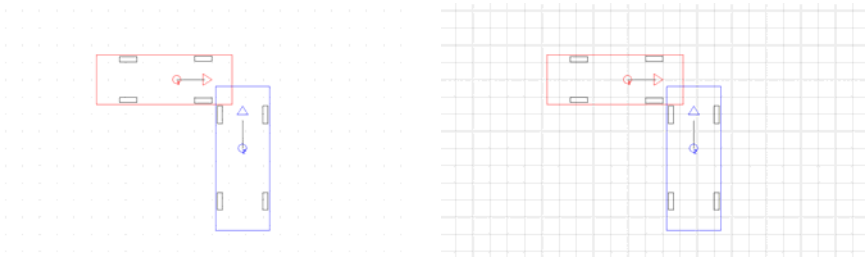
Spaziatura Griglia

Si può specificare la spaziatura della griglia, sia per la finestra principale che per la finestra Diagrammi. La griglia della schermata principale è visibile soltanto se è attiva l'opzione del menu Griglia (segue la descrizione). La griglia nella finestra Diagrammi è visibile soltanto se è attiva l'opzione Griglia nel menu Opzioni della finestra Diagrammi.

All'avvio di PC-Crash, la spaziatura predefinita della griglia è un metro.

Linee griglia

La visualizzazione predefinita della griglia mostra soltanto i vertici dei quadrati; per vedere le linee si deve selezionare Linee griglia.



Bitmap

Generalità

PC-Crash offre la possibilità di lavorare su più bitmap allo stesso tempo. Quando si carica un nuovo bitmap appare la richiesta se il bitmap già aperto deve essere sostituito. La selezione del bitmap su cui lavorare può essere fatta sia dal menu a tendina in questa finestra o nell'area di lavoro di PC-Crash cliccando con il pulsante sinistro sul bitmap appropriato (in questo caso tutti i pulsanti della Barra degli Strumenti devono essere disattivati).

Mostra bitmap

Questa opzione può essere disattivata per ogni bitmapre caricato per impedirne la visualizzazione.

Fattore di scala BMP

Definisce la costante di scala del bitmap; la scala può essere stabilita graficamente usando l'opzione **Grafica – Bitmap – Scala**.

Spostamento x

Sposta il bitmap attivo in direzione x della distanza indicata.

Spostamento y

Sposta il bitmap attivo in direzione y della distanza indicata.

Phi

Ruota il bitmap attivo dell'angolo Phi specificato (rotazione positive antiorarie).

Aggiorna (F5)

Aggiorna la schermata principale, in funzione delle impostazioni stabilite in Impostazioni di Visualizzazione .

Annulla Zoom (F3)

Ripristina la schermata principale alla dimensione precedente.

Zoom Finestra

Zoom Finestra permette di ingrandire un'area specifica della schermata principale.

Muovere il puntatore su un angolo dell'area da ingrandire, premere e tenere premuto il tasto sinistro del mouse, spostare il puntatore verso l'angolo opposto dell'area, e rilasciare il tasto.

Ingrandisci tutto

Ingrandisci tutto amplia l'area di visualizzazione includendo nella schermata principale tutta la scena della simulazione, compresi i disegni bitmap e DXF

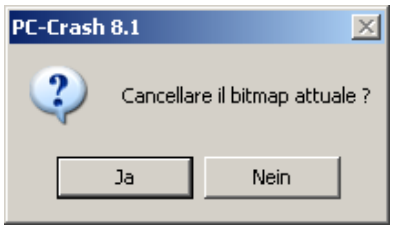
Sposta

Lo strumento Sposta si utilizza per muovere l'area di visualizzazione della schermata principale senza cambiare la scala.

Per farlo, cliccare e muovere il puntatore nella schermata principale tenendo premuto il tasto sinistro del mouse. Rilasciare il tasto nbella posizione desiderata.

Grafica – Modifica Bitmap

Questo menu si utilizza per eseguire operazioni sui bitmap dello sfondo, che sono stati caricati usando **File – Importa – Bitmap** . Si possono caricare bitmap multipli per lo sfondo. Quando si caricano i successivi bitmap, appare il seguente messaggio. Selezionare No a meno che non si desideri sostituire il bitmap già caricato.



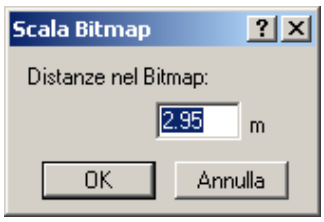
Quando si caricano più bitmap, è possibile metterli in scala e muoverli indipendentemente. Cliccando sul bitmap desiderato esso viene evidenziato, con dei quadrati neri su ogni angolo. Il bitmap a questo punto può essere messo in scala, spostato o ruotato indipendentemente dagli altri.

Ci sono due modi per regolare la scala, spostare o ruotare i bitmap. Uno consiste nel selezionare **Grafica – Scala e Spaziatura Griglia**. Nella metà inferiore della finestra selezionare il bitmap desiderato dall'elenco e cambiare i valori sottostanti digitando le informazioni nei campi di testo.

Il secondo metodo per regolare la scala, spostare o ruotare i bitmap si basa sulle seguenti funzioni.

Scala

Imposta la scala del bitmap selezionato. È necessario che nell'area del disegno sia presente una misura di riferimento nota; allora si deve posizionare il puntatore sul primo punto di riferimento e, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, trascinare il puntatore fino all'altro punto di riferimento. Dopo aver rilasciato il tasto verrà mostrata la seguente finestra, che mostra la distanza misurata, e permette all'utente di inserire la lunghezza reale.



La procedura può essere ripetuta più volte, se non si ottiene una scala precisa la prima volta.

Sposta

Si può spostare il bitmap caricato rispetto ai veicoli ed all'eventuale disegno DXF. Seguire gli stessi passi indicate per l'opzione **Grafica** - **Sposta**.

Ruota

Questa funzione è usata per ruotare l'immagine caricata di un angolo definito dall'utente.

Procedura:

- Posizionare il puntatore nel punto che dovrà essere utilizzato come centro di rotazione dell'immagine.
- Premere e tenere premuto il tasto sinistro del mouse mentre si muove il puntatore lungo la linea di riferimento del bitmap.
- Dopo aver rilasciato il tasto sinistro la linea di riferimento è definita. Questa può essere ruotata in entrambi i sensi movendo il puntatore. L'angolo di rotazione (espresso in gradi) verrà mostrato nella barra di stato.
- Dopo avere raggiunto l'angolo desiderato, premere di nuovo il tasto sinistro ed il bitmap verrà ruotato dell'angolo definito

Nota: *Per ogni rotazione di bitmap effettuata con questa opzione, la qualità del bitmap si riduce e ne aumentano le dimensioni in byte. Le rotazioni di +90 o -90 gradi descritte nei paragrafi che seguono non portano invece perdite di qualità del bitmap.*

Ruota +90°

Ruota il bitmap selezionato di 90° in senso antiorario.

Ruota -90°

Ruota il bitmap selezionato di 90° in senso orario.

Scala di grigi

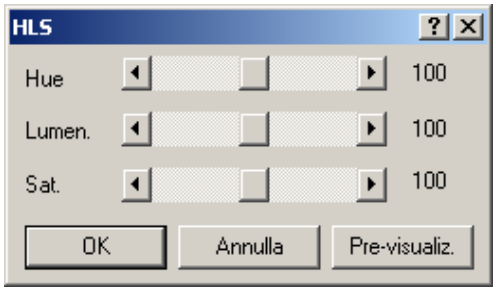
Crea un'immagine in scala di grigi da un'immagine a colori.

Inverti

Inverte i colori del bitmap selezionato.

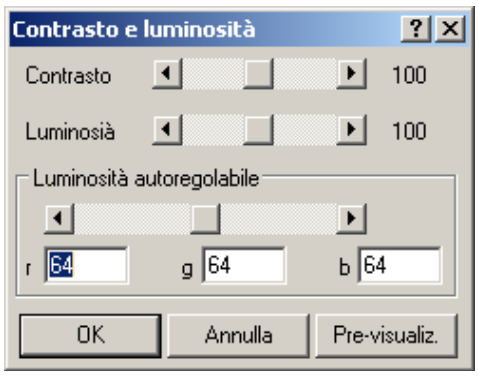
Tonalità/Luminosità /Saturazione

Con questa opzione l'utente può modificare la tonalità, la luminosità e la saturazione del bitmap spostando le barre di scorrimento nella finestra HLS.



Contrasto/Luminosità

Per modificare il contrasto, la luminosità ed il colore del bitmap muovere le barre di scorrimento o inserire i valori nei campi numerici della finestra di dialogo Contrasto e Luminosità



Utilizzando la barra di scorrimento della Luminosità Adattiva, si modificano soltanto il contrasto e la luminosità delle aree più scure rispetto ai valori predefiniti.

Cliccando sul pulsante Anteprima vengono mostrati i cambiamenti senza modificare l'immagine. L'operazione può essere ripetuta più volte ; quando si clicca OK l'immagine attuale viene modificata secondo l'anteprima.

Elimina Bitmap

Elimina il bitmap selezionato.

Grafica - DXF

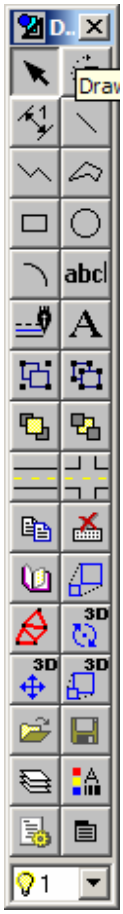
Si utilizza questo menu si utilizza per eseguire operazioni sui disegni dello sfondo, importati usando **File – Importa – Disegno DXF** .

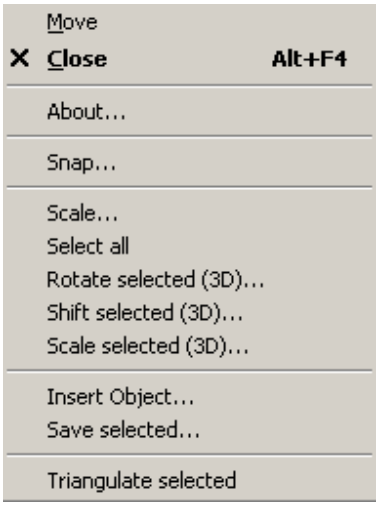
Sposta

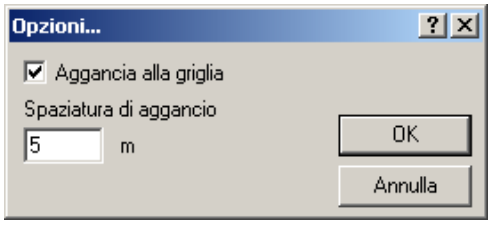
Consente di spostare il disegno caricato rispetto ai veicoli ed al bitmap eventualmente presente. Seguire la stessa procedura indicata per l'opzione **Grafica** - **Sposta**.

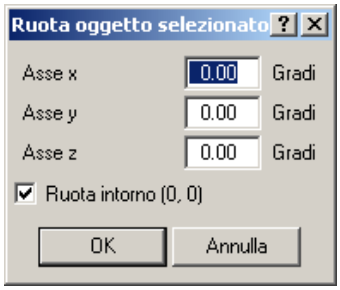
Barra di Disegno

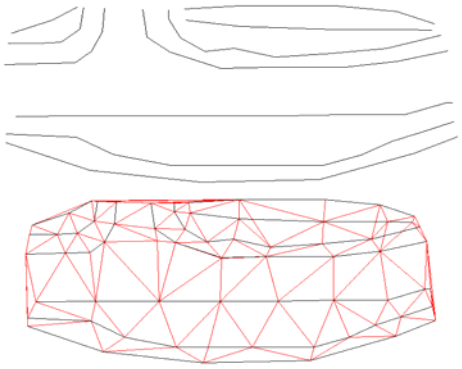
Apre la barra degli strumenti di Disegno. La Barra contiene vari strumenti per creare e modificare disegni DXF. Altre funzioni possono essere visualizzate premendo il tasto destro del mouse sulla barra del titolo della finestra.





Sposta *Chiudi*	Sposta la Barra di Disegno Chiude la Barra di Disegno
Informazioni	Fornisce informazioni del programma
Aggancia	Con questa opzione si seleziona ☑ Aggancia e si stabilisce la Spaziatura di Aggancio. Quando si utilizza uno strumento di disegno, e anche quando si creano Poligoni di attrito, di pendenza, e percorsi del veicolo, i punti si agganciano con la spaziatura selezionata. 

Scala	I componenti del disegno selezionato possono essere messi in scala e spostati usando le coordinate x e y. Selezionando ☑ Anteprima i cambiamenti vengono mostrati subito dopo essere stati eseguiti. Invece di inserire i valori nei campi di testo è possibile cambiare i valori usando i pulsanti di scorrimento.
Seleziona tutto	Seleziona tutti i componenti del disegno..
Ruota selezionato (3D)	Permette di ruotare i componenti del disegno selezionato lungo l'asse x, y e z. 
Sposta selezionato (3D)	I componenti selezionati del disegno possono essere spostati lungo l'asse x, y e z. Selezionando ☑ Anteprima i cambiamenti vengono mostrati subito dopo essere stati eseguiti. È possibile cambiare i valori anche usando i pulsanti di scorrimento.

Scala selezionato (3D)	I componenti selezionati del disegno possono essere messi in scala lungo l'asse x, y e z. Selezionando ☑ Anteprima i cambiamenti vengono mostrati subito dopo essere stati eseguiti. Anche qui si possono utilizzare pulsanti di scorrimento.
Inserisci oggetto	I disegni DXF (*.dxf, *.wrl, *.idf) possono essere caricati come "oggetti" che possono essere spostato come unità indipendentemente dal DXF principale.
Salva selezionato	I componenti selezionati del disegno possono essere salvati come disegni DXF (*.dxf, *.idf, *.wrl)
Triangola selezionato	Si possono creare superfici 3D da un disegno che contiene punti 3D. Questa funzione è utile per creare sfondi 3D da file DXF realizzati con stazione totale di rilevamento o da curve di livello disegnate in PC-Crash.  Dopo aver selezionato i punti desiderati e attivato questa funzione, verrà creata una superficie triangolare fra i punti selezionati. Apparirà un messaggio che chiede se utilizzare la superficie triangolare come poligono di pendenza. Se si sceglie Sì l'area triangolare sarà usata come poligono di pendenza e potrà essere modificata usando **Dinamica – Definisci Pendenza Stradale**. Se si sceglie No, l'area triangolare è considerata un disegno DXF, una volta creata la superficie, usare **File – Esporta – Disegno DXF** per salvare il disegno. Può essere importato usando come Oggetto Stradale 3D usando **Dinamica – Definisci Pendenza Stradale – Genera oggetto stradale 3D** **– Importa**.

	I veicoli nella simulazione riconosceranno adesso il disegno come oggetto stradale 3D. Per stabilire condizioni iniziali adeguate, posizionare il veicolo sull'oggetto stradale con lo strumento Carro Attrezzi e premere il pulsante Nuova Simulazione .

La barra di Disegno contiene i seguenti strumenti:

Seleziona, Muovi

Questo pulsante è attivo all'apertura della finestra di Disegno e permette di selezionare gli oggetti del disegno già creati mettendo il puntatore sull'oggetto e cliccando con il tasto sinistro del mouse. Dopo aver selezionato un oggetto questo può essere spostato, modificato o ridimensionato. Più elementi possono essere selezionati tramite la creazione di un rettangolo che li comprenda interamente, o selezionandoli singolarmente tenendo premuto il tasto SHIFT.

Modificare Oggetti - Se è selezionato soltanto un oggetto, è possibile modificarne la forma muovendo i punti agli angoli (segnalati con dei piccoli quadrati) tenendo premuto il tasto sinistro del mouse.

Muovere Oggetti – se uno o più oggetti sono attivi, possono essere spostati in una posizione diversa posizionando il puntatore sull'oggetto, cliccando e tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, e muovendo l'oggetto nella nuova posizione.

Selezionare tutti gli Oggetti - Se è necessario muovere, ruotare o ridimensionare l'intero disegno è possibile effettuare un selezione complessiva con l' opzione del menu **Disegno – Seleziona Tutti gli oggetti**.

Ruota Selezionato

Utilizzo: Quando viene premuto questo pulsante, appare il simbolo , che indica il centro di rotazione. Cliccando e tenendo premuto il tasto sinistro del mouse con il puntatore sul simbolo è possibile muovere il centro di rotazione. Per ruotare l'oggetto selezionato cliccare su qualsiasi punto esterno al simbolo nell'area del disegno e muovere il puntatore tenendo premuto il tasto sinistro del mouse. La nuova posizione degli oggetti viene mostrata in tempo reale.

Strumento di Misura

Crea una linea di misura di qualsiasi lunghezza e direzione

Utilizzo: Selezionare il punto di inizio della linea tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, spostare il puntatore nel punto finale della linea e rilasciare il tasto sinistro. Se contemporaneamente si preme il tasto SHIFT**,** l'angolo della linea sarà sempre di 0°, 45° o 90° gradi.

Linea

Crea una linea di qualsiasi lunghezza e direzione

Utilizzo: Cliccare e tenere premuto il tasto sinistro del mouse per disegnare il primo punto e rilasciare nel secondo punto. Se contemporaneamente si preme il tasto SHIFT**,** l'angolo della linea sarà sempre di 0°, 45° o 90° gradi.

Linea Spezzata

Crea una linea composta da vari segmenti.

Utilizzo: Cliccare e tenere premuto il tasto sinistro del mouse per disegnare il primo punto e rilasciare nel secondo punto. Cliccare nelle posizioni desiderate per definire i punti successivi. Se contemporaneamente si preme il tasto SHIFT**,** l'angolo della linea sarà sempre di 0°, 45° o 90° gradi. Con un click del tasto destro del mouse si completa la linea segmentata. Per aggiungere altri punti ad una linea segmentata, selezionarla e cliccare con il tasto destro nella posizione desiderata. Apparirà un menu che permette di inserire o cancellare un punto nella posizione scelta.

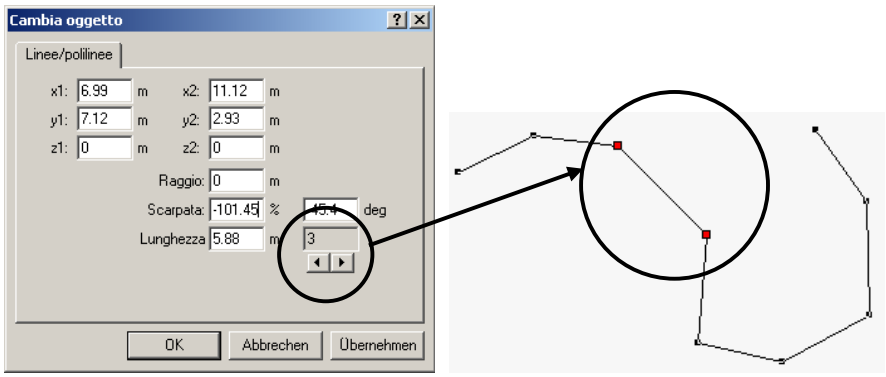
Poligono

Crea un poligono, composto da diversi segmenti.

Utilizzo: Cliccare e tenere premuto il tasto sinistro del mouse per disegnare il primo punto e rilasciare nel secondo punto. Cliccare nelle posizioni desiderate per definire i punti successivi. Dopo aver inserito tutti i punti del poligono cliccare col tasto destro del mouse per chiudere l'ultimo alto del poligono. Se contemporaneamente si preme il tasto SHIFT**,** l'angolo della linea sarà sempre di 0°, 45° o 90° gradi. Con un click del tasto destro del mouse si chiude il poligono. Per aggiungere altri punti ad un poligono, selezionarlo e cliccare con il tasto destro nella posizione desiderata. Apparirà un menu a comparsa che permette di inserire o cancellare un punto nella posizione scelta.

Nota: *I singoli punti delle Linee, Linee Segmentate e Poligoni possono essere regolati usando il pulsante* *(prima devono essere selezionati) per accedere alla finestra Cambia Oggetto.*

In questa finestra è possibile cambiare le coordinate x, y e z degli estremi di ciascun segmento, e di applicare una curvatura di raggio opportuno tra ciascun segmento della linea. Può essere definita anche una pendenza tra i punti, spostando il secondo punto e quelli successivi. Il segmento della linea su cui si lavora è indicato da un numero nella parte destra della finestra ed è delimitato da punti rossi nella schermata principale.



Rettangolo

Crea un quadrato o un rettangolo.

Utilizzo: Puntare sull'angolo iniziale del quadrato o rettangolo, premendo il tasto sinistro e tenendolo premuto fino a spostarsi sull'angolo opposto e rilasciare il tasto per ottenere il rettangolo o il quadrato.

Cerchio

Crea un cerchio o un'ellisse.

Utilizzo: Due punti selezionati definiscono sempre un cerchio o un'ellisse inscritti nel rettangolo. Puntare su un punto iniziale del cerchio o ellisse, premendo il tasto sinistro e tenendolo premuto. Muovere il puntatore fino a spostarsi sull'angolo opposto e rilasciare il tasto per ottenere la circonferenza o l'ellisse. Premendo contemporaneamente il tasto SHIFT si crea automaticamente un cerchio.

Arco

Crea un arco di circonferenza.

Utilizzo: Innanzitutto, creare un circonferenza completa. Segnare l'angolo della circonferenza tenendo premuto il tasto sinistro del mouse. Muovere il puntatore verso l'angolo opposto e rilasciare il tasto sinistro quando viene raggiunta l'ampiezza desiderata. Infine, definire gli angoli di inizio e fine dell'arco con un solo click del tasto sinistro del mouse.

Testo

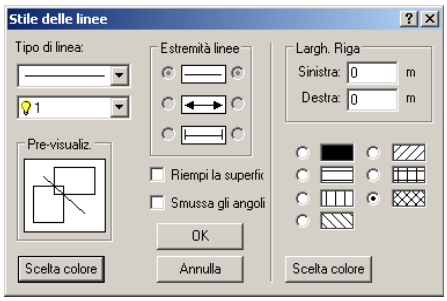
Inserisce il testo.

Utilizzo: Selezionare la posizione in cui inserire il testo cliccando con il tasto sinistro del mouse. Poi digitare il testo desiderato.

Cambia Stile Linea

Cambia lo stile della linea, il livello, i colori ed altre caratteristiche.

Utilizzo: Dopo aver premuto questo pulsante verrà visualizzata la seguente finestra:



Tutti le modifiche effettuate in questa finestra si riferiranno agli oggetti selezionati. Quando non ci sono oggetti selezionati tutte le impostazioni verranno utilizzate per gli oggetti creati successivamente.

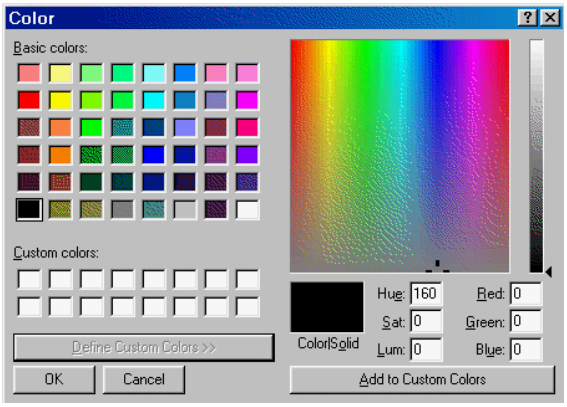
Si possono selezionare diversi stili della linea, il livello e la forma della fine della linea. Si può cambiare la larghezza della linea tenendo conto che la larghezza totale è data dalla somma della metà destra e di quella sinistra. Ci sono diverse possibilità i riempimentI che possono essere applicati alle linee, alle linee segmentate (inclusi gli archi), ed ai poligoni, anche quando l'opzione Smussa gli Angoli è attiva.

Pieno per riempire la superficie di rettangoli, ellissi o poligoni con colori uniformi.

Smussa gli Angoli trasforma i segmenti delle linee spezzate e dei poligoni in segmenti curvilinei.

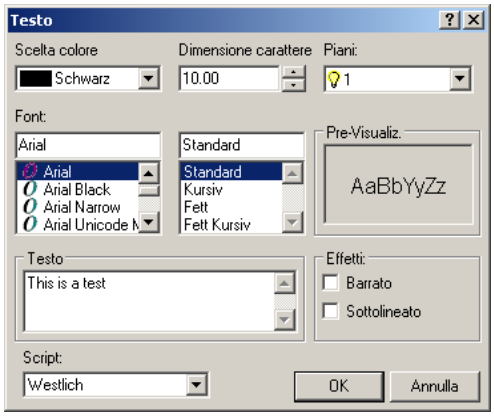
Pulsanti Colore – la finestra Colore permette di cambiare colore agli oggetti selezionati. Il pulsante Colore a sinistra è per tutti gli oggetti e le linee. Il pulsante Colore a destra è per riempire la linea, se si seleziona una larghezza della linea > 0. per selezionare un nuovo colore cliccare sulla casella desiderata. Selezionando Definisci Colori Personalizzati, possono essere definiti altri colori.

Nota: *il quinto colore della seconda riga è un colore acqua trasparente utile per i finestrini dei veicoli.*



Cambia carattere, colore del testo

Modifica il Testo. Il testo può essere modificato con un doppio click. Verrà mostrata la seguente finestra



Con questa finestra l'utente può modificare il colore, le dimensioni, il livello, il carattere e il contenuto del testo. È possibile digitare diverse righe di testo in questa finestra.

Raggruppa

Raggruppa più componenti del disegno in oggetti che possono essere ruotati, spostati e ridimensionati contemporaneamente.

Separa

Separa gli oggetti del disegno selezionati.

Porta in Primo Piano

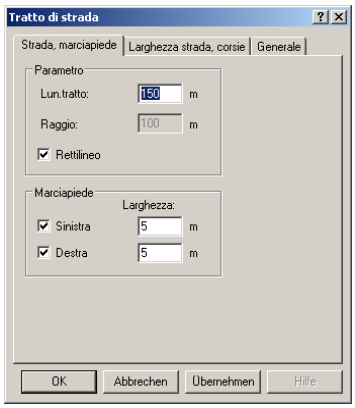
Questo strumento e il seguente agiscono solo con le linee. Questo porta la linea selezionata in primo piano.

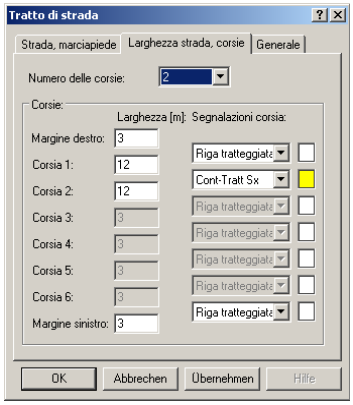
Porta in secondo piano

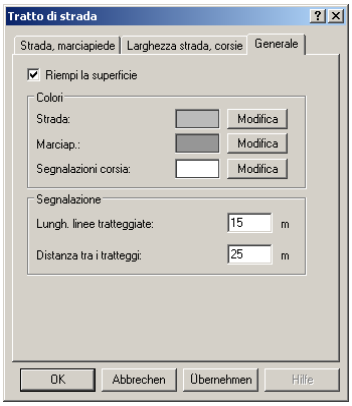
Mette la linea selezionata in secondo piano rispetto alle alter linee.

Genera elemento stradale

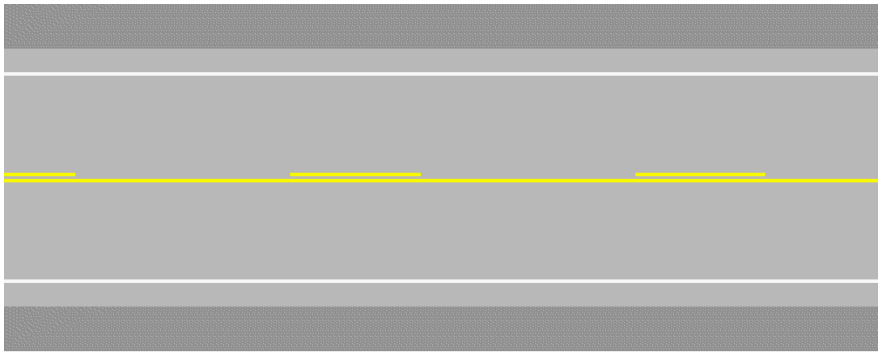
Si può disegnare una sezione di strada rettilinea o curva i cui parametri vengono definiti nei tre sottomenu della finestra Sezione stradale.







Si possono disegnare fino a 6 corsie. Per le corsie ed i componenti della strada si possono scegliere diversi colori, si può cambiare la spaziatura della linea tratteggiata. Se si attiva Pieno, la strada viene mostrata a colori (come sotto), altrimenti appare solo il suo profilo.



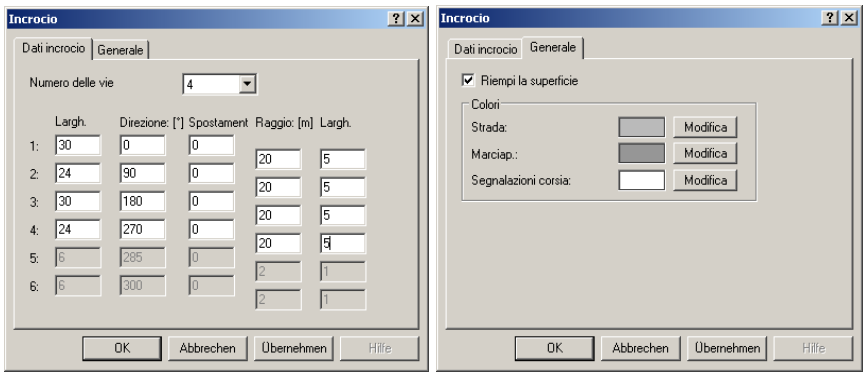
Le sezioni di strada possono essere facilmente collegate l'una all'altra o ad un incrocio (paragrafo seguente) muovendo la sezione in maniera tale che la linea rossa alla fine sia vicina alla linea rossa alla fine dell'altra sezione o incrocio. La sezione si aggancerà perfettamente con corretta angolazione.

Con un doppio click sulla linea o i margini della sezione o dell'incrocio è possibile modificarne le proprietà.

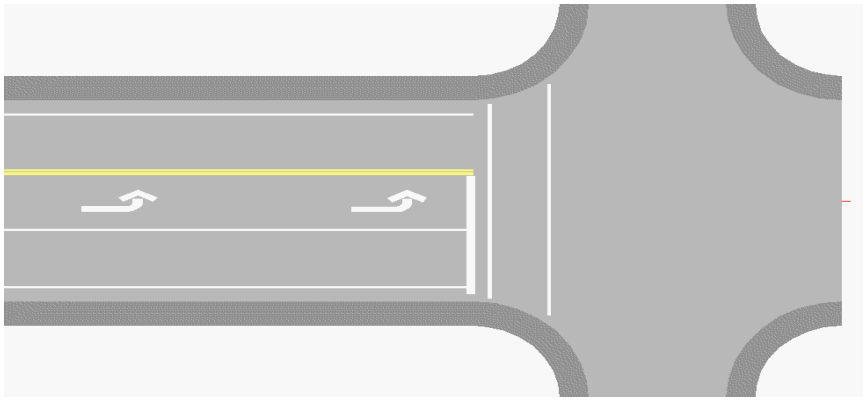
Nota: *Il marciapiede è rialzato rispetto al piano stradale nella visualizzazione 3D solo per effetto estetico. Non definiscono quindi differenza altimetrica reale che può interagire con la dinamica dei veicoli. Per ottenere reali differenze di altezza è necessario usare l'opzione* ***Dinamica - Definisci Pendenza stradale****.*

Genera Incrocio

Si può disegnare un incrocio fino a sei bracci.



Dopo aver creato strade e incroci è possibile aggiungere la segnaletica stradale usando gli altri strumenti della Barra di Disegno. Nella figura seguente, sono state disegnate le strisce per l'attraversamento pedonale e sono stati aggiunti i simboli per la curva a sinistra dalla Biblioteca de Simboli.



Copia Selezionato

Copia gli oggetti selezionati. L'oggetto copiato sarà agganciato al puntatore del mouse e potrà essere inserito muovendolo alla posizione desiderata e cliccando con il tasto sinistro del mouse.

Elimina Selezionato

Tutti gli oggetti possono essere eliminate con questo pulsante o con il tasto CANC.

Biblioteca dei Simboli

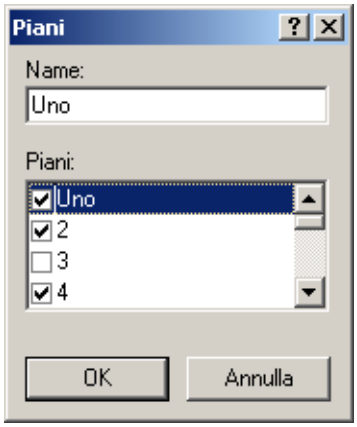
Per caricare i simboli dalla Biblioteca. Fare riferimento all'opzione del menu **Disegno – Biblioteca dei Simboli**.

Ridimensiona Selezionato

I componenti del disegno selezionati possono essere ridimensionati inserendo il Fattore di Scala nell'apposito campo o spostati inserendo dei valori nei campi di testo. Se si attiva Anteprima i cambiamenti vengono applicati immediatamente al disegno selezionato quando si varia un valore.

Livelli

Si può definire il Nome dei Livelli (selezionare Livello nella finestra Livelli e cambiare il testo nel campo Nome). Il nome sarà aggiornato anche nelle altre finestre. Nella finestra Livelli è possibile selezionare quali livelli attivare o disattivare.



I disegni ed i testi creati sono associati al livello selezionato nel campo di selezione del Livello

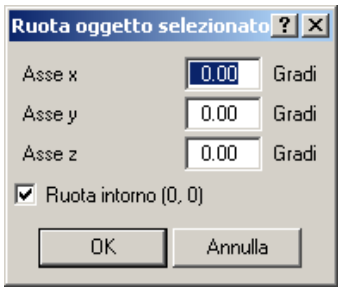
posto nella parte inferiore della Barra di Disegno. Se è necessario cambiare il livello, per i disegni selezionarli ed utilizzare la finestra Stile Linea (cambia stile linea) per cambiare il livello; per il testo selezionarlo ed utilizzare la finestra Carattere (cambia carattere, colore testo) per cambiare il livello.

Triangola selezionato

si possono creare superfici 3D da un disegno che contiene punti 3D. questa funzione è utile per creare sfondi 3D da file DXF realizzati con stazione totale di rilevamento o da curve di livello disegnate in PC-Crash.

Ruota 3D Selezionato

I componenti selezionati del disegno possono essere ruotati attorno all'asse X, Y e Z.



Sposta 3D Selezionato

I componenti selezionati del disegno possono essere spostati lungo gli assi X, Y e Z. Selezionando Anteprima i cambiamenti sono visualizzati immediatamente. È possibile utilizzare i pulsanti di scorrimento per modificare i valori nei campi di testo.

Inserisci oggetto

I disegni DXF (*.dxf, *.wrl, *.idf) possono essere caricati come "oggetti". Un oggetto di disegno DXF può essere spostato come unità indipendentemente dal disegno principale DXF.

Salva selezionato

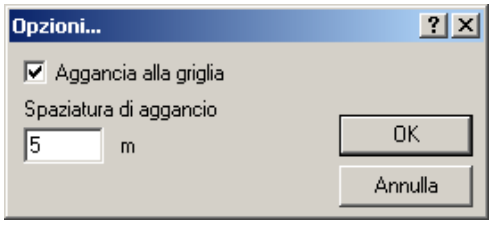
Gli elementi del disegno selezionati possono essere salvati come disegno DXF (*.dxf, *.idf, *.wrl).

Ridimensiona 3D Selezionato

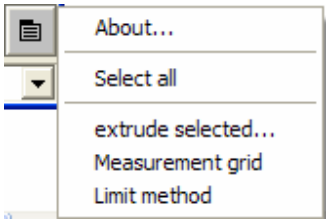
Gli elementi del disegno selezionati possono essere ridimensionati lungo l'asse X, Y e Z separatamente. Selezionando Anteprima i cambiamenti sono visualizzati immediatamente. è possibile utilizzare i pulsanti di scorrimento per modificare i valori nei campi di testo.

Aggancia

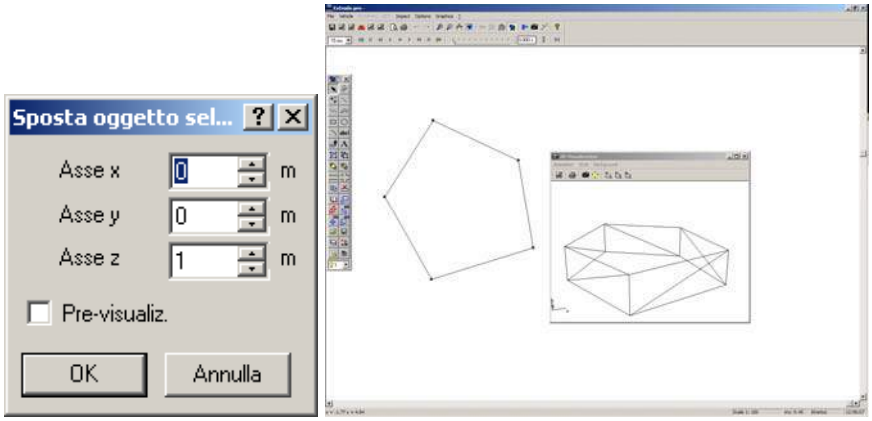
Permette di selezionare Snap e Spaziatura Aggancia. Quando si disegna un oggetto con qualsiasi strumento di disegno, e anche quando si disegnano Poligoni di attrito o di pendenza e percorsi del Veicolo, il punto disegnato si aggancia con la spaziatura selezionata.



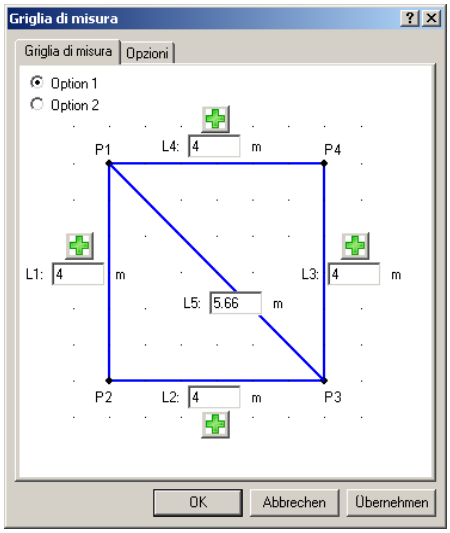
Menu



- **Informazioni**: fornisce informazioni sul programma.
- **Seleziona tutto:** seleziona tutti gli elementi del disegno.
- **Estrudi selezionato:** permette di estrudere una poli-linea o un poligono lungo un dato vettore. Estrudere significa che la linea o il poligono sono spostati secondo un vettore e poi, copia e originale, sono collegate da superfici triangolari.

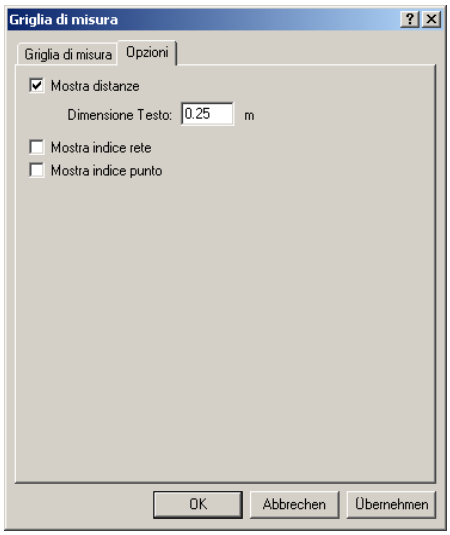


- **Griglia di misurazione:** questa operazione permette la definizione di una griglia di misurazione con quattro punti. Attivando questa opzione del menu si apre una griglia standard con quattro punti. Facendo doppio click sulla griglia si apre la finestra “griglia di Misurazione”.



In questa finestra si possono definire i lati della griglia. Con **Opzione 1** e **Opzione 2** si definiscono le diagonali. Il campo in alto a destra indica il numero della griglia di misurazione.

Con **Inserisci** si definisce una nuova griglia, che sarà inserita in posizione L3 (per la quale la distanza di L1 è predefinita).

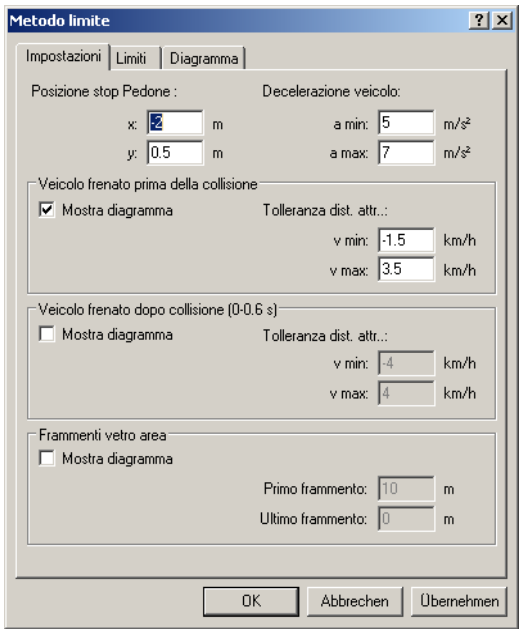


Nella finestra **Opzioni** che attiva/disattiva la visualizzazione delle distanze, si può anche definire l’altezza del testo.

Metodo del limite: Il metodo del limite è un metodo grafico per determinare la velocità d’urto e la posizione dell’urto negli incidenti veicolo/pedone. Il metodo è basato sulle tracce di frenata, la distanza di arresto del veicolo e la distanza di lancio del pedone.

Con questo metodo si possono specificare dei limiti per le distanze e/o per le velocità, per risalire alla zona d’urto. Il calcolo si basa sulla posizione di arresto del veicolo e del corpo.

Dopo aver creato un grafico nel programma di disegno, con l'opzione "Metodo del limite" si devono regolare i valori dei parametri tenendo conto cxhe l'origine del grafico corrisponde alla posizione di arresto del veicolo. Si suggerisce di utilizzare la parte anteriore del veicolo come posizione di arresto.



Nella finestra "Metodo del Limite – Impostazioni" (attivata con un doppio click sull'asse del grafico) l'utente deve specificare la Posizione di arresto del Pedone rispetto alla posizione di arresto del veicolo. Valori positivi in direzione dell'asse x indicano posizioni di arresto del corpo precedenti alla posizione di arresto del veicolo, valori negativi per l'asse x indicano posizioni di arresto del pedone dopo la posizione di quiete del veicolo. Il valore di y per la posizione di arresto del pedone non influenza i calcoli ma è utilizzata soltanto per indicare la posizione reale.

Per il Veicolo bisogna specificare la decelerazione minima e massima dopo di che viene mostrato il grafico velocità-distanza in colore rosso. Questo diagramma comincia con la posizione di arresto del veicolo (velocità 0).

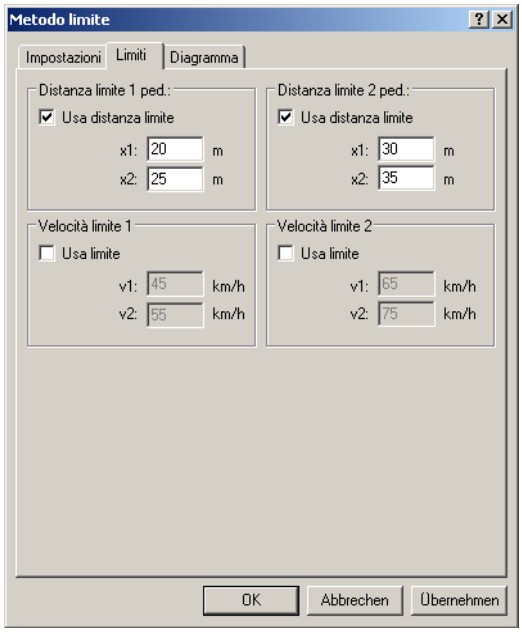
Per il pedone vengono mostrate le distanze di lancio o per urti in cui il veicolo è arrivato frenato all'urto, oppure per urti in cui il veicolo abbia iniziato la frenata immediatamente dopo la collisione(0-0.6 s). è possibile disegnare anche entrambi i grafici se l'utente non è sicuro se il veicolo abbia frenata prima o subito dopo l'urto. Per ognuno di questi due grafici si possono specificare delle tolleranze per la velocità nel grafico della distanza di lancio.

I grafici per i veicoli che frenano prima della collisione sono mostrati in verde, il grafico della distanza di lancio per i veicoli che frenano all'urto è verde chiaro; il verde scuro è utilizzato per i grafici basati sulle tolleranze specificate.

Per i veicoli che frenano dopo la collisione i grafici sono blu, azzurro per il grafico della distanza di lancio senza tolleranze, e blu scuro per i grafici con tolleranze specificate.

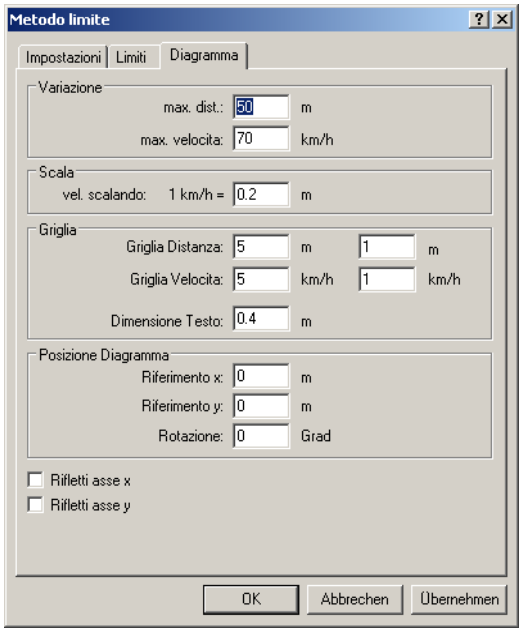
I grafici della distanza di lancio del pedone cominciano nella posizione di arresto del pedone e sono visualizzati coi grafici della velocità del veicolo.

Si può inoltre visualizzare un grafico per la distanza di lancio dei frammenti di vetro che si distaccano nell'urto. Si può specificare, relativamente alla posizione di arresto del veicolo, la posizione dei primi e degli ultimi frammenti di vetro trovati sulla scena dell'incidente.



Nella sezione Limiti si possono specificare 2 limiti di distanza e 2 limiti di velocità. Tali limiti si possono usare per definire dove sono le aree in cui il pedone può avere attraversare la strada o per stabilire dei limiti alla velocità del veicolo. Per tali limiti l'intersezione dell'intervallo della distanza e della velocità è calcolato insieme al grafico della velocità del veicolo e quelli della distanza di lancio e l'area di intersezione è mostrata nel grafico con un area tratteggiata in blu.

Gli intervalli di velocità sono mostrati sull'asse della velocità del grafico se si specifica un limite di distanza, se si specifica un limite di velocità gli intervalli di distanza appaiono sull'asse della distanza. In questo modo i range di velocità all'urto possono essere calcolati sulla base di una serie di possibili posizioni dell'urto oppure la posizione dell'urto può essere determinata sulla base dell'intervallo di velocità specificato.



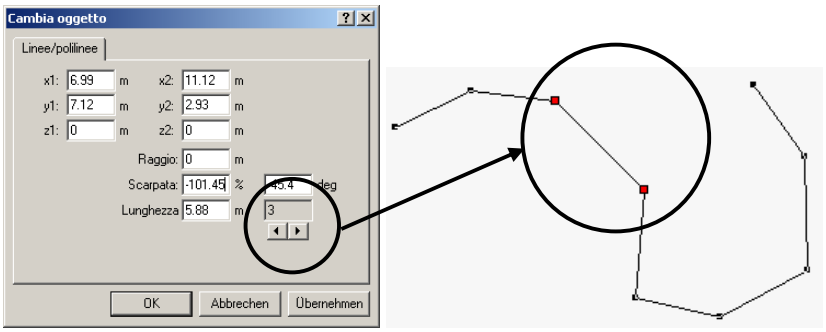
Nel sottomenu diagramma si può specificare il range per i grafici definendo il massimo valore della velocità o della distanza; la scala delle velocità può essere specificata in metri per km/h, possono poi essere specificate la spaziatura della griglia e le dimensioni del testo sia per le linee continue che per quelle tratteggiate.

Si può anche impostare la posizione del grafico e la sua rotazione.

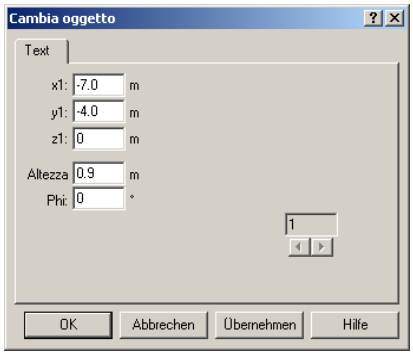
Cambia oggetto

I singoli punti delle Linee, delle Poli-linee e dei Poligoni possono essere modificate usando la finestra Cambia Oggetto (prima devono essere selezionati) .

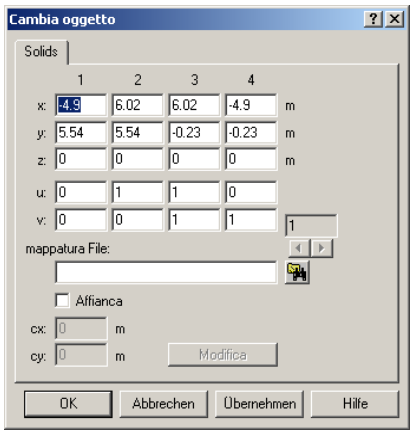
Possono essere modificate le coordinate X, Y e Z degli estremi di ogni segmento e si può inserire una curvatura per ogni segmento. È anche possibile definire una pendenza tra i punti, inserendo differenti quote punto per punto. Il segmento sul quale si sta lavorando è indicato da un numero nella parte destra della finestra e appare con le estremità in rosso.



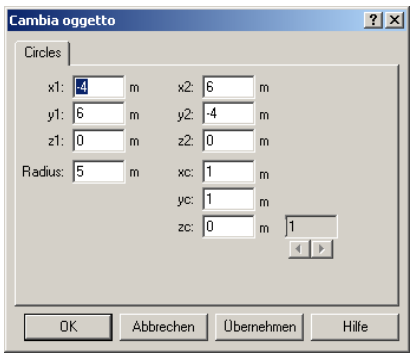
Il testo può essere spostato, ridimensionato e ruotato.



Solidi:



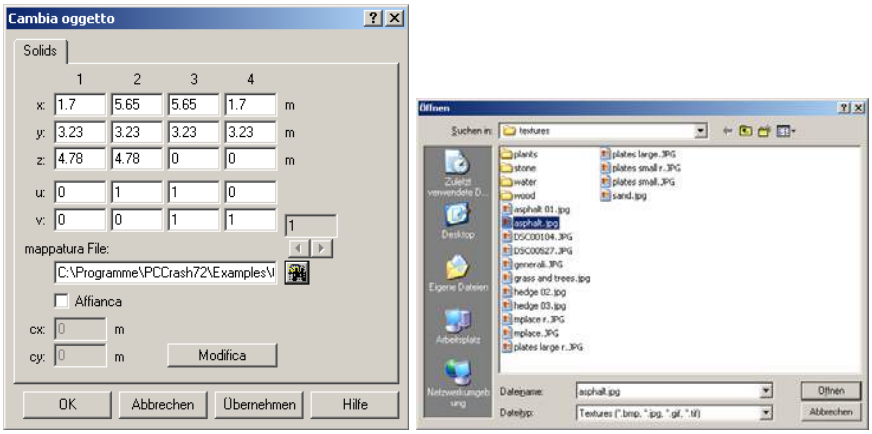
I cerchi possono essere definiti attraverso il rettangolo circoscritto o inserendo il raggio e le coordinate del centro.



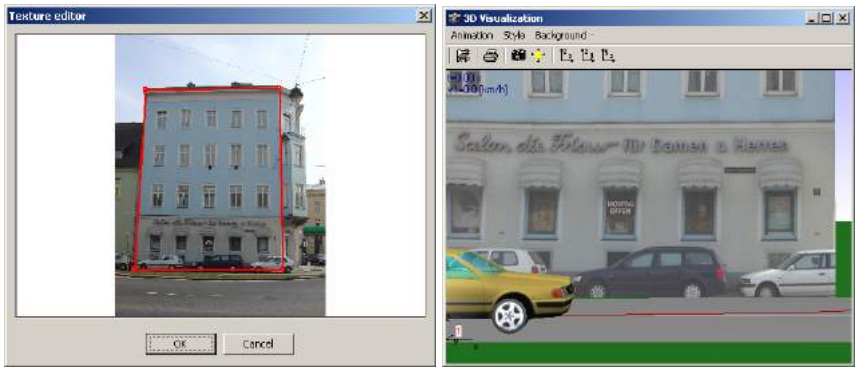
Usare rettangoli texture nella finestra 3D

È possibile assegnare una mappatura bitmap a dei rettangoli per creare oggetti dall'apparenza realistica nella finestra 3D, come case, muri, asfalto o zone d'erba.

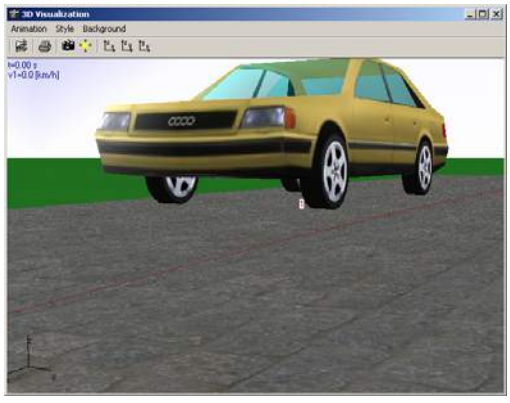
Per assegnare un bitmap ad un rettangolo, selezionarlo e premere il pulsante **Cambia Oggetto**.



Nel campo **file di Texture** si può specificare il file bitmap. Se si deve utilizzare solo una parte del file per ricoprire il rettangolo, si può ricorrere al pulsante **Modifica**.



Se si attiva l'opzione **Ricopri** si può riempire il rettangolo con una texture. Un esempio di utilizzazione della funzione Ricopri è ad esempio quando è utile riptere gli stessi motivi, come per grandi aree di erba o di asfalto. Invece di creare una texture simile molto grande si possono inserire larghezza e altezza di una singola immagine da ripetere nei campi **cx** e **cy**.



Carica Oggetto

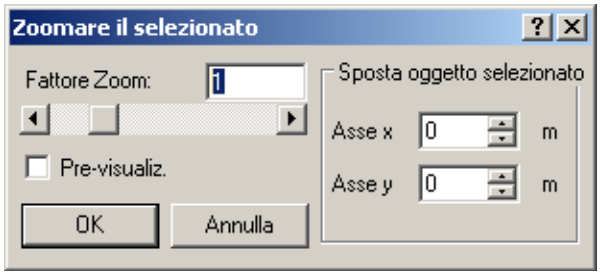
I disegni DXF possono essere caricati come "oggetti" ed essere spostati come unità, indipendentemente dal disegno DXF principale.

Seleziona tutti gli Oggetti

Tutti gli oggetti sullo schermo, compreso il disegno DXF principale, possono essere selezionati per essere spostati, ruotati o modificati come fossero un singolo oggetto.

Ridimensiona Oggetti

Gli elementi selezionati possono essere ridimensionati e spostati in funzione dei valori inseriti negli appositi campi.

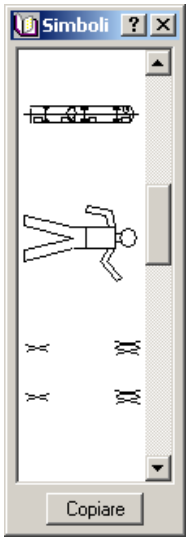


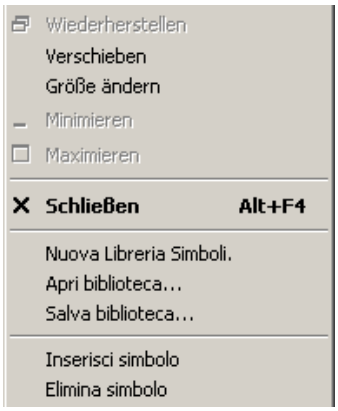
Elimina Oggetto

Tutti gli oggetti possono essere eliminati dopo essere stati selezionati con lo strumento Elimina Selezionato o con il tasto CANC.

Biblioteca dei Simboli

È possibile caricare simboli di disegni da una raccolta. Questa opzione apre una finestra che contiene numerosi disegni. Il disegno desiderato può essere caricato come simbolo selezionandolo con il tasto sinistro del mouse e cliccando sul pulsante Copia nella parte inferiore della finestra. I simboli caricati possono essere spostati immediatamente.





Cliccando con il tasto destro nella barra del titolo della finestra Raccolta Simboli si apre un menu con le seguenti opzioni:

Muovi	Muove la finestra Simboli
Chiudi	Chiude la finestra Simboli
Nuova Biblioteca Simboli	Crea una nuova raccolta simboli
Apri Biblioteca Simboli	Apre un'altra raccolta simboli
Salva Biblioteca Simboli	Salva la raccolta simboli con un nome specificato dall'utente
Inserisci Oggetto	Aggiunge un disegno alla raccolta simboli
Elimina Oggetto	Elimina il disegno selezionato dalla raccolta simboli

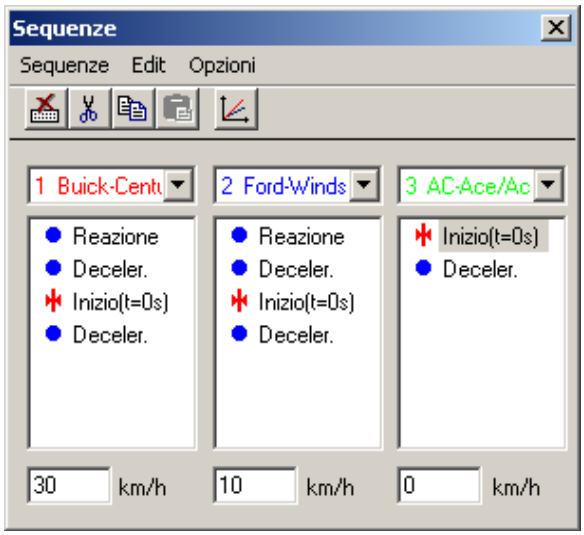
Elimina Disegno

Elimina il disegno DXF caricato.

Capitolo 4
Programmare Sequenze

Generale

Uno dei maggiori vantaggi che PC-Crash offre è la possibilità di definire le condizioni di guida dal punto di vista dinamico. Questo può essere fatto attraverso l'opzione del menu **Dinamica** - **Sequenze** (F6), che apre la finestra delle Sequenze:



L'icona *Inizio* presente nella finestra Sequenze per ogni veicolo, rappresenta il tempo zero. Come condizione predefinita sono disposte prima dell'Inizio (solitamente considerato come il tempo in cui avviene l'urto) una sequenza di Reazione ed una di Frenata. Dopo l'Inizio viene poi inserita una sequenza di decelerazione (come mostrato nella figura precedente per il Veicolo 1). Tutte le sequenze prima dell'Inizio sono usate per la simulazione a ritroso (prima del tempo=0). Tutte le sequenze dopo l'Inizio sono usate per la simulazione in avanti (dopo il tempo=0).

Si possono definire tutte le sequenze necessarie per ciascun veicolo; quando viene selezionata una nuova sequenza dal menu della finestra *Sequenze*, questa viene inserita sotto la sequenza attiva (evidenziata).

Per visualizzare e modificare i parametri di una sequenza particolare, si deve aprirla con un doppio click sull'icona e, nella finestra, si potranno inserire i dati o fare variazioni.

Se la finestra di una sequenza è aperta non è possibile spostare o cancellare la sequenza.

Nel caso in cui ci siano più sequenza dello stesso tipo, è possibile passa da una sequenza all'altra facendo doppio click sull'icona corrispondente. I valori nella finestra cambieranno coi valori della nuova sequenza e potranno essere modificati.

Barra degli strumenti delle Sequenze

La Barra degli Strumenti delle Sequenze contiene gli strumenti per eliminare, tagliare, copiare, e inserire sequenze e per aprire i grafici cinematici. Si accede alle stesse funzioni cliccando sul tasto destro dopo avere selezionato una sequenza. Si che apre il seguente menu.

Seguono le descrizioni dettagliate delle voci del menu delle Sequenze.

Sequenza

Veicolo/Conducente

Accelerazione e Frenata /Accelerate

Le finestre delle sequenze di Accelerazione e Frenata sono simili, e sono usate per inserire tutti i valori associati a fasi di accelerazione, frenata o sterzata.

Tempo di ritardo dell'acceleratore o del freno

Rappresenta il tempo che il veicolo impiega per raggiungere il livello di frenata o di accelerazione specificati, partendo dai livelli precedenti. A seconda delle impostazioni definite in **Opzioni – Opzioni – Impostazioni predefinite**, si può passare dal vecchi al nuovo livello sia mantenendo durante questo intervallo un valore costante (pari alla media fra il valore precedente e quello nuovo) che imponendo una variazione lineare dal livello precedente a quello nuovo. Il tempo di ritardo predefinito è di 0.20 secondi, tempo di salita della pressione nel sistema frenante, che risulta adeguato per frenate di emergenza in sistemi frenanti idraulici moderni.

Tempo/Distanza

Queste opzioni sono utilizzate per specificare se la lunghezza della sequenza deve essere stabilita in tempi o distanze. La barra di scorrimento e il campo di inserimento permettono di specificare il valore del tempo (in secondi) o della distanza in metri.

Frenata/Accelerazione

Attraverso queste opzioni è possibile selezionare una sequenza di frenata o di accelerazione in qualsiasi momento.

L'accelerazione o la decelerazione del veicolo può essere definita specificando i rispettivi fattori alle ruote oppure specificando il valore medio attraverso la barra di scorrimento del Pedale o il campo di testo Accelerazione.

Se si utilizzano i fattori di frenata per le singole ruote, l'accelerazione complessiva verrà calcolata e mostrata nel campo Accelerazione.

Se viene specificata l'accelerazione, la forza di frenata o di accelerazione necessaria viene distribuita equamente tra tutte le ruote tranne nei casi seguenti:

- Quando si specifica la frenata in una simulazione 3D, la distribuzione della forza di frenata utilizzata è quella specificata in **Veicolo – Impostazioni Veicolo –Forza frenata Posteriore**.

- Selezionando l'opzione ☑ Accelerazione Reale, vengono utilizzati i parametri scelti in **Veicolo – Motore/Trazione**. In questo caso devono essere specificati il numero di giri al minuto del motore e il ritardo del cambio, nella finestra Punto del Cambio.

  il campo inferiore di "Cambia a" si utilizza quando i veicoli incontrano tratti di pendenza sufficientemente ripida da causare una decelerazione. È utile per autocarri pesanti su salite ripide.

Le finestre di Frenata e Accelerazione possono essere chiuse tramite il simbolo nell'angolo destro della barra del titolo.

Nota: *Le forze di frenata e accelerazione delle ruote sono mostrate come percentuale del carico statico verticale sulle ruote. Nella simulazione 2D il fattore di frenata del 100 % rappresenta il bloccaggio completo della ruota per coefficienti di attrito superiori a 1.0. Nella simulazione 3D lo spostamento dinamico del peso incrementa il carico verticale su alcune ruote; in questo caso potrebbe essere necessario un fattore di frenata maggiore di 100% per il bloccaggio della ruota a seconda al coefficiente d'attrito.*

Se un veicolo viaggia, in una simulazione 3D, su di una superficie con un alto coefficiente d'attrito, un fattore di frenata di 100% non bloccherà le ruote anteriori, ma le posteriori. Questo porterà ad una condizione di guida instabilenella quale il veicolo tende al testa-coda.

Per evitare questa situazione quando è noto che le ruote motrici del veicolo si sono bloccate, è necessario aumentare la frenata delle ruote motrici nella simulazione 3D. Per farlo, inserire fattori di frenata superiori al 100% per le ruote anteriori (PC-Crash può arrivare fino a 500%) oppure semplicemente usare la barra di scorrimento ***Posizione del Pedale*** *per specificare la frenata. Questo assegna la potenza della frenata anteriore e posteriore secondo i valori impostati in* ***Veicolo- Impostazioni Veicolo – Forza di frenata posteriore****, nella quale è calcolata una forza di frenata maggiore alle ruote anteriori e minore a quelle posteriori per evitare una condizione instabile, agendo in maniera simile ad una valvola di ripartizione della frenata di un veicolo reale.*

☑ Sterzata

La finestra Sterzata si apre dalla finestra Frenata, e consente di specificare il tempo e l'angolo della sterzata. Disattivando l'opzione sterzata verranno cancellati tutti i parametri di sterzata precedentemente inseriti

Circonferenza di Sterzata

Il diametro della circonferenza di sterzata vierne misurato con riferimento al centro della ruota anteriore esterna. Se viene inserito l'angolo di sterzata della ruota anteriore esterna, verrà mostrata la circonferenza corrispondente. Se nel campi superiore viene inserito il diametro della circonferenza, verrà mostrato, negli specifici campi, l'angolo di sterzata di entrambe le ruote anteriori,: in questo caso, l'angolo di sterzata per gli assi 2 e superiori sarà impostato a zero. L'angolo di sterzata delle due ruote anteriori viene calcolato basandosi sulla geometria del veicolo e tiene conto dell'effetto Ackermann.

Tempo di sterzata

Il tempo di sterzata rappresenta la durata della sterzata del veicolo dall'ultimo angolo specificato nella precedente sequenza (o 0 se non ne esistono di precedenti) fino al nuovo angolo specificato.

Viene ipotizzato un incremento lineare dell'angolo di sterzata nel tempo specificato.

Angolo di Sterzata

Può essere specificato per ogni ruota l'angolo di sterzata in modo tale da simulare anche le ruote che sterzano a causa dei danni dovuti all'urto. Una sterzata normale della ruota anteriore, con l'effetto Ackermann, si può specificare in uno dei seguenti modi:

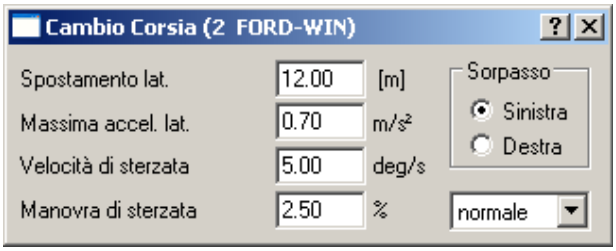
1. Usando la barra di scorrimento

. Cliccando una volta nello spazio tra le frecce, si cambia l'angolo della ruota esterna di 1° e cliccando su una freccia si cambia di 0,1°.
2. Specificando l'angolo della ruota anteriore esterna e quindi premndo il tasto TAB finché non si raggiunge il campo di testo per la ruota interna. L'angolo cambierà quindi automaticamente mostrando il valore corretto.

Sulla schermata principale e nella finestra 3D sarà visibile la sterzatura delle ruote del Veicolo dell'angolo inserito.

Cambiamento di corsia

Selezionando l'opzione Cambiamento di Corsia si apre la finestra nella quale può essere impostata la manovra. Disattivando l' opzione viene eliminata la manovra di cambio corsia



Spostamento laterale

È lo spotameto laterale totale richiesto per completare il cambio di corsia.

Massima Accelerazione laterale

L'accelerazione laterale specificata non potrà essere superata mentre l'angolo di sterzata aumenta all'inizio del cambio di corsia. La velocità

angolare di sterzata sarà nulla quando si raggiunge questa accelerazione laterale e sarà ridotta la distanza dell'aumento laterale della sterzata.

Velocità di sterzata angolare

È la velocità angolare con la quale l'angolo di sterzata delle ruote anteriore cambia.

Aumento della Distanza laterale della sterzata

Espressa come percentuale dello spostamento laterale, l'Aumento della Distanza Laterale della Sterzata è la distanza laterale percorsa dal veicolo mentre l'angolo di sterzata delle ruote anteriori aumenta.

Possono essere selezionati per tale distanza valori predefiniti selezionando fra sterzata:

- Brusca 4.0%
- Normale 2.5%
- Morbida 1.0%

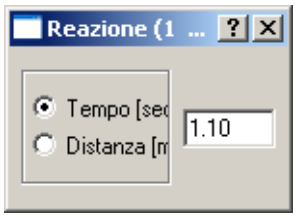
Direzione

Si specifica se il cambio di corsia avviene a destra o sinistra del veicolo.

Fare riferimento al **Manuale Tecnico** per maggiori informazioni sulla procedura del cambio di corsia.

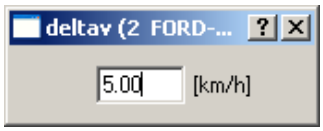
Reazione

La sequenza di Reazione è utilizzata per definire il tempo o la distanza di percezione pericolo-reazione.



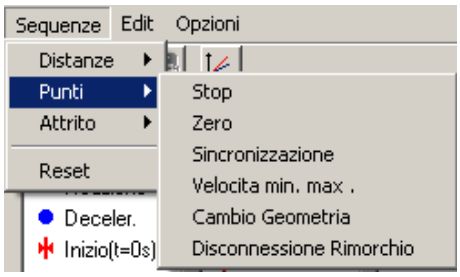
Durante la sequenza di reazione il veicolo si muove mantenendo la forza di frenata o accelerazione precedentemente indicata. Anche l'angolo di sterzata rimane quello impostato nella sequenza precedente.

Urto



La sequenza d'Urto permette di impostare una variazione di velocità da specificare in qualche punto lungo il percorso del veicolo, senza utilizzare il modello d'urto del programma. Questo è utile per specificare i piccoli urti (come ad esempio urti con il cordolo del marciapiede), di cui si può stimare la variazione di velocità all'urto dai danni sul veicolo.

Punti



Arresto

La sequenza Arresto ferma un Veicolo alla fine della precedente sequenza.

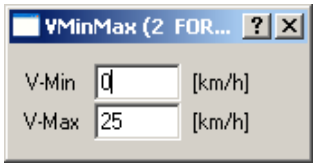
Zero

Tempo e distanza verranno impostati a zero nel punto in cui è posizionata la sequenza Punto zero. Tale sequenza influenza soltanto i grafici.

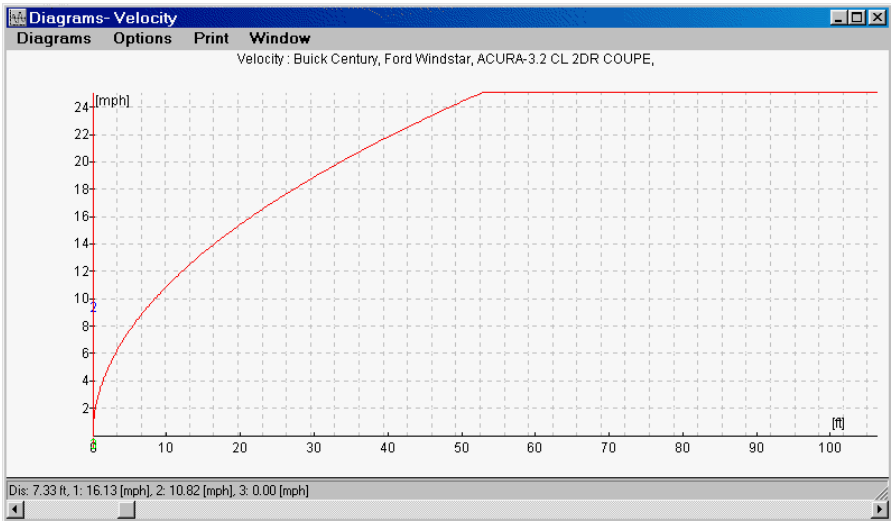
Sincronizzazione

Consente di inserire lo spostamento nel grafico della distanza di un veicolo da un altro nella finestra Diagrammi. Questa sequenza dovrebbe essere la prima elencata sotto la Sequenza Inizio.

Velocità Min/Max



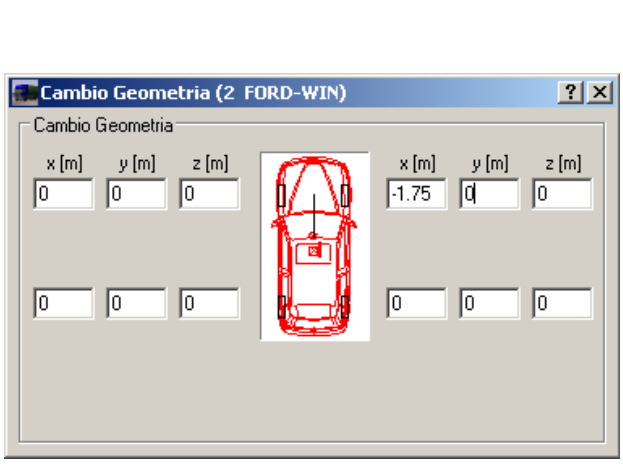
Permette di stabilire una velocità minima e massima per le sequenze che seguono questa sequenza. Ad esempio il grafico seguente mostra l'effetto della velocità massima specificata, 25 mph, sulla sequenza di accelerazione di un veicolo.

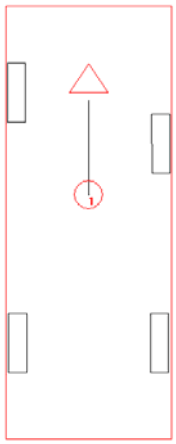

Diagrams- Velocity
Diagrams Options Print Window
Velocity : Buick Century, Ford Windstar, ACURA-3.2 CL 2DR COUPE,
[mph]
[ft]
Dis: 7.33 ft, 1: 16.13 [mph], 2: 10.82 [mph], 3: 0.00 [mph]

Invece, l'effetto di una velocità minima maggiore di zero impedirà ad un veicolo di decelerare sotto quella velocità, indipendentemente dalla lunghezza della sequenza di frenata.

Cambiamento Geometria

Con questa sequenza può essere modificata la posizione di ogni ruota di un veicolo in qualsiasi momento. È utile per simulare il movimento orizzontale e verticale della ruota dovuto ad un urto ed il movimento verticale dovuto allo pneumatico che scoppia.





Gli pneumatici afflosciati possono essere simulati alzando la posizione verticale della ruota. Questo cambiamento della geometria si può combinare con un cambiamento dell'attrito dello pneumatico (vedere paragrafo successivo) e del suo angolo di slittamento (vedere **Veicolo – Modello Pneumatico**). La variazione dell'angolo di slittamento deve, tuttavia, avvenire all'inizio della simulazione.

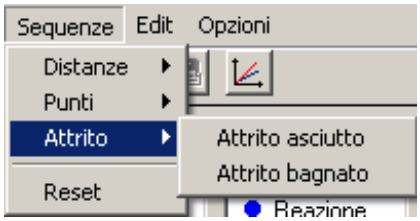
Sgancio del rimorchio

Se si assegna questa sequenza ad un rimorchio in una combinazione autocarro – rimorchio, questo si sgancia dal trattore nel punto specificato. Questo punto permette la simulazione di un malfunzionamento o

dell'allentamento dei ganci del rimorchio che si sganciano senza l'intervento forze esterne.

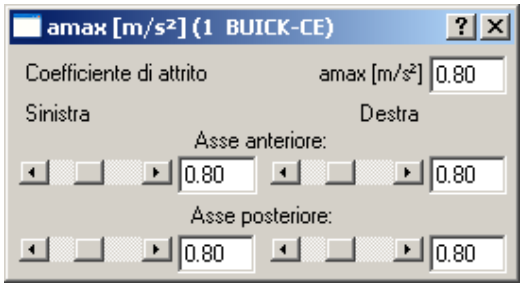
Per simulare lo sgancio di rimorchio dovuto ad un urto fare riferimento alla sezione Impostazioni Veicolo a pagina 96.

Attrito



Le sequenze di attrito vengono usate per definire il coefficiente d'attrito. Esse sono valide dalla posizione della sequenza fino all'inizio di una nuova sequenza di attrito (su superficie asciutta o bagnata).

Attrito su superficie asciutta

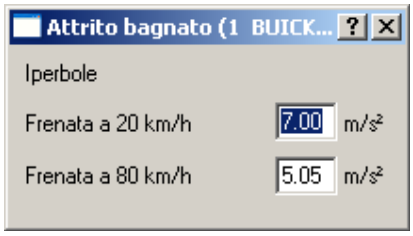


L'attrito su superficie asciutta può essere definito per ciascuna ruota in maniera indipendente. Quando si cambia l'attrito della ruota anteriore sinistra, le altre tre variano di conseguenza. Per verifica, viene mostrata anche la massima accelerazione possibile nelle condizioni stabilite.

Se non viene definita nessuna sequenza di attrito, il programma utilizzerà il coefficiente di attrito specificato in **Opzioni - Opzioni – Impostazioni predefinite**.

Nota: *una sequenza di attrito collocata immediatamente dopo l'Inizio sarà valida per l'intera simulazione, mentre una collocata immediatamente prima dell'Inizio verrà applicata per l'intera simulazione a ritroso.*

Attrito su superficie bagnata



L'attrito su una superficie bagnata consente all'utente di definire un coefficiente di attrito funzione della velocità, caso frequente quando si verifica una frenata su carreggiata bagnata. I parametri caratteristici vengono

calcolati usando una funzione iperbolica, basata sull'indicazione dell'accelerazione a 20 km/h ed a 80 km/h (sotto 20 km/h si ipotizza un'accelerazione costante). I valori tipici vengono indicati nella tabella sottostante.

$$\mu = \frac{0.2 \cdot A}{n} \cdot v^{2-n}$$ *, dove v è espressa in m/s².*

	Parzialmente bagnato	Umido	Bagnato	Molto Bagnato	Estremamente bagnato
μ20	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
μ80	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
A	12.6	11.9	11.36	11.14	11.79
n	2.21	2.24	2.29	2.37	2.5

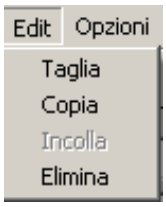
(Schimmelpfennig: Verkehrsunfall 3/85)

Nota: *questa relazione dovrebbe essere usata soltanto se un veicolo segue il percorso normalmente mentre frena. Se il veicolo scivola lateralmente, è molto difficile definire la relazione tra l'attrito e la velocità, e la relazione non dovrebbe essere utilizzata. Per questo motivo, si raccomanda di non usare questa sequenza nella fase post-urto, nel qual caso è meglio usare una sequenza di attrito su superficie asciutta con un coefficiente di attrito ridotto.*

Cancella Tutto

Elimina tutte le sequenze definite in precedenza.

Modifica



Questa opzione del menu permette all'utente di eseguire le seguenti operazioni con le sequenze:

taglia la sequenza selezionata copiandola negli appunti

copia la sequenza selezionata negli appunti

incolla la sequenza salvata sotto la sequenza attiva

Elimina la sequenza selezionata

Opzioni

Permette all'utente di selezionare lo strumento di calcolo Distanza/Tempo o di calcolare l'evitabilità.

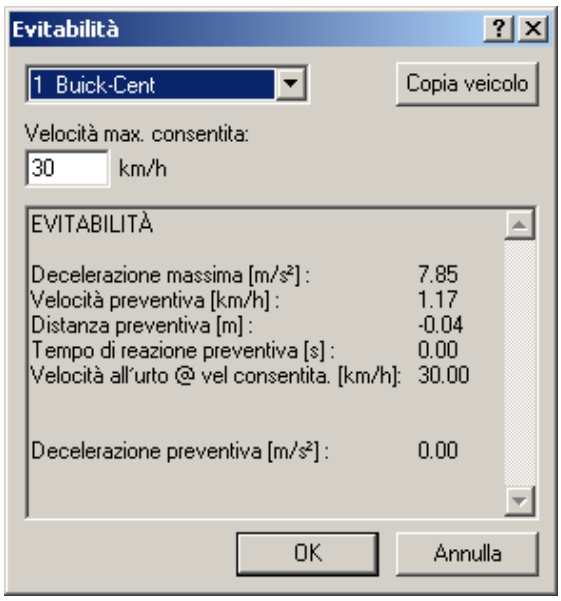
Calcoli Distanza/Tempo

Questo strumento esegue il calcolo cinematico distanza/tempo e visualizza il grafico dei risultati, basato sulle velocità e sulle sequenze di frenata/accelerazione per ogni veicolo. Eventuali urti ed imbardate vengono ignorati trattandosi di simulazione cinematica. Fare riferimento al **Manuale tecnico** per una completa descrizione dei modelli cinetico e cinematico. Il modello cinematico viene utilizzato anche in Dinamica – Calcoli Cinematici (F10) oppure può essere selezionato usando lo strumento Modello Simulazione .

Evitabilità

Questa opzione consente di svolgere una semplice analisi dell'evitabilità dell'incidente.

L'analisi viene effettuata automaticamente dopo aver calcolato le velocità dei veicoli con una simulazione di PC-Crash ed aver stabilito il punto di percezione iniziale del conducente, basandosi sui tempi di percezione/reazione specificati e la distanza di frenata pre-urto. La velocità di evitabilità (preventiva), il tempo di reazione, la decelerazione e la distanza vengono calcolate indipendentemente sulla base della distanza tra la percezione iniziale e l'urto.



La finestra dell'evitabilità mostra i seguenti valori sotto il titolo Evitabilità:

- **Massima decelerazione** – la decelerazione di frenata su cui sono basati i calcoli di evitabilità.
- **Velocità Preventiva** – la velocità massima alla quale il veicolo selezionato avrebbero potuto evitare l'urto stante la distanza percorsa durante il tempo di reazione e quella di frenata pre-urto.

- **Distanza Preventiva** – è la distanza richiesta per evitare l'urto, data la reazione, la lunghezza di frenata e la velocità stabilite.
- **Tempo di reazione preventivo** – il tempo di reazione massimo che, alla velocità stabilita, conseirebbe di evitare l'urto.
- **Velocità d'urto alla velocità consentita** – la velocità d'urto se il veicolo avesse rispettato il limite massimo di velocità (specificato nel campo Massima velocità consentita). La massima velocità consentita è generalmente il limite di velocità sulla scena dell'incidente
- **Decelerazione preventiva** – è la decelerazione pre-urto che consentirebbe di evitare la collisione alla velocità data.

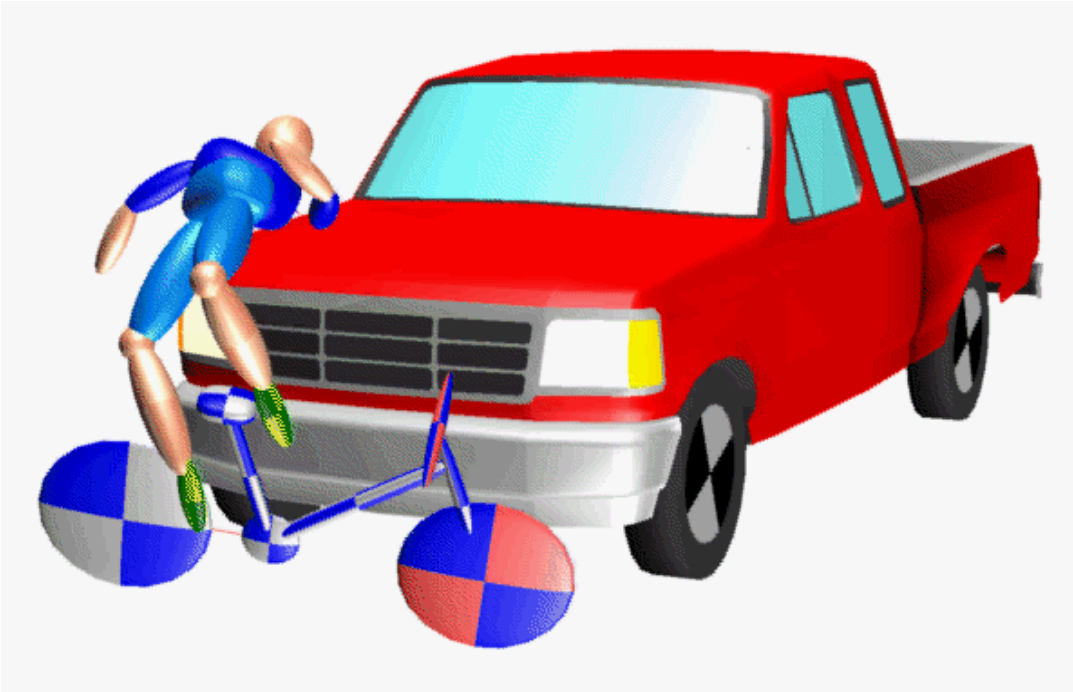
Copia Veicolo

Per eseguire un'analisi di evitabilità più dettagliata – in particolare per l'evitabilità di un veicolo in movimento, bisogna usare il pulsante Copia veicolo.

Questo pulsante duplica le sequenze di un veicolo selezionate associandole ad un nuovo veicolo, e le sposta tutte dopo la sequenza di Inizio. Il nuovo veicolo viene posizionato nel punto di reazione, calcolato precedentemente. Il nuovo ordine di sequenze consente di fare una simulazione in avanti che inizia nel punto di reazione. La velocità di evitabilità è determinata facilmente provando diverse velocità e controllando se avviene o meno l'urto fra i veicoli. Dopo avere eseguito la nuova simulazione con uno dei pulsanti Avanti , i veicoli devono essere spostati utilizzando labarra di scorrimento della Simulazione ,

Il veicolo aggiuntivo può essere cancellato usando l'opzione **Veicolo - Elimina Veicolo** dopo aver terminato i calcoli di evitabilità.

Capitolo 5
Modello Multibody



Nei programmi di simulazione cinetica 3D i veicoli sono generalmente considerati come corpi rigidi negli urti.

Questa semplificazione risulta ragionevole per la simulazione di urti veicolo-veicolo, veicolo-rimorchio e per urti del veicolo contro ostacoli rigidi come alberi o muri. Tuttavia, per le collisioni con pedoni e veicoli a due ruote, tale semplificazione non permette un'accurata ricostruzione del movimento post urto. L'introduzione del modello multibody fornisce al ricostruttore uno strumento potente per analizzare in maniera più puntuale la dinamica dell'urto, ad esempio mettendo in correlazione le lesioni subite dal pedone con le zone danneggiate del veicolo.

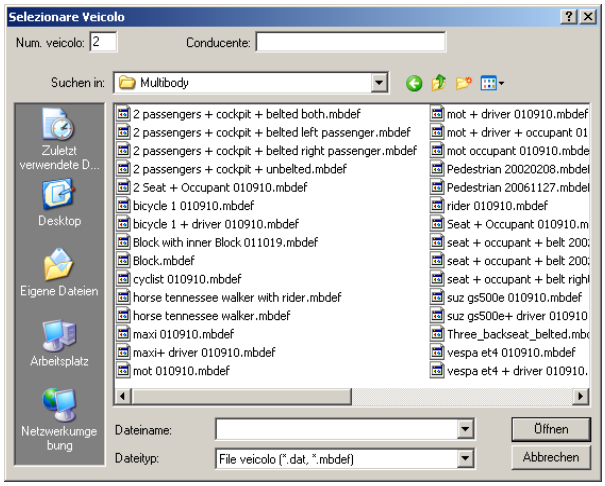
PC-Crash è stato aggiornato per consentire la simulazione di pedoni multibody a partire dalla versione 5.1. Nello sviluppo del modello, si è prestata particolare attenzione ad avere tempi di calcolo del computer ragionevoli ed a ricostruire movimenti realistici.

L’attuale versione di PC-Crash è stata ulteriormente aggiornata per supportare altri oggetti multibody, più oggetti multibody nella stessa simulazione e oggetti multibody su superfici 3D.

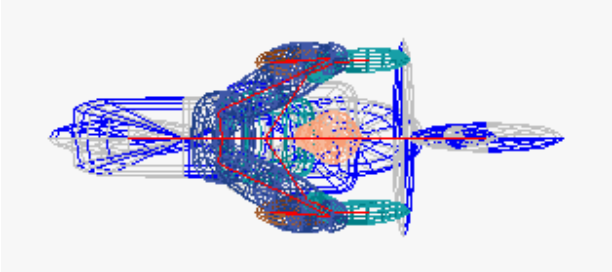
Utilizzo

Caricare un Multibody

Il multibody si carica come un Veicolo personalizzato con **File – Importa – Veicolo Personalizzato** . Nella finestra Seleziona Veicolo, nella cartella PC-Crash, sottocartella Multibody si trovano una serie di file multibody (indicati dall’estensione *.mbdef).



Selezionare il file multibody desiderato e premere Apri per caricarlo. Apparirà sulla schermata principale come mostrato in figura.



Salvare un Multibody

I sistemi multibody caricati possono essere modificati dall’utente e poi salvati per essere utilizzati successivamente. Dopo aver modificato il multibody come desiderato (consultare la sezione Cambiare le proprietà del Multibody in questo capitolo), salvarlo scrivendo il suo nome nella finestra Seleziona Veicolo del menu **File – Esporta – Veicolo Personalizzato** e cliccando sul pulsante Salva. Prestare attenzione di avere selezionato il formato *.mbdef nell’elenco Tipo di File.

Posizionare il Multibody

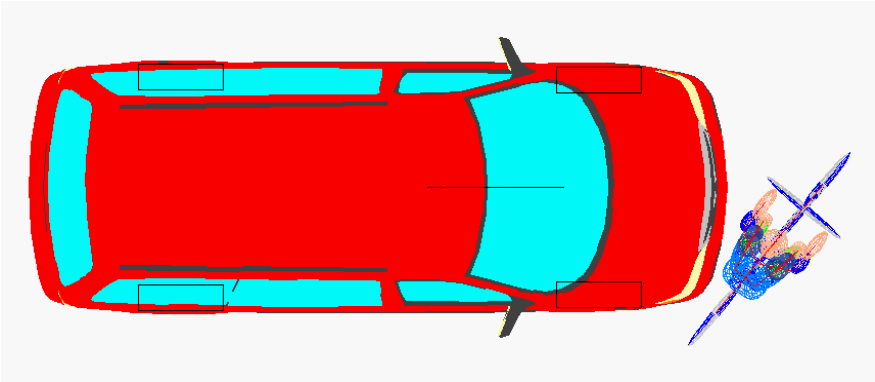
Ci sono tre modi per modificare la posizione e l'orientamento di un multibody:

1. Usando **Dinamica - Posizione e Velocità** (F7), tutti i multibody caricati possono essere posizionati e ruotati come un gruppo.

2. lo strumento **Carro Attrezzi** può essere utilizzato per posizionare e ruotare i sistemi multibody individualmente, come avviene con i veicoli. (Quando si tratta di spostare un motociclo ed un motociclista prestare attenzione perché è difficile mantenerli insieme).

3. Usando **Veicolo – Sistema Multibody – Impostazioni**, I sistemi multibody, ed anche i singoli corpi, possono essere spostati e ruotati insieme o separatamente. Consultare la descrizione del menu per ulteriori dettagli.

Se si simula un urto con un Veicolo, con un altro multibody o col terreno, controllare che nel posizionamento iniziale non ci sia alcuna sovrapposizione. Dev'essere lasciato almeno un piccolo spazio fra i veicoli, in caso contrario nella prima fase di integrazione si svilupperanno delle intense forze di contatto non realistiche.



Applicare una Velocità Iniziale del Multibody

Per ogni sistema multibody può essere stabilita una velocità iniziale ma la velocità dei singoli corpi all'interno di ogni sistema deve essere la stessa. Perciò, se due sistemi di pedone multibody sono caricati possono avere velocità iniziali diverse, ma le diverse parti dei singoli corpi di un pedone non possono avere velocità diverse. La velocità iniziale del multibody può essere definita in due modi:

1. Usando **Dinamica - Posizione e Velocità** (F7), si può assegnare una velocità iniziale a tutti i sistemi multibody come gruppo.

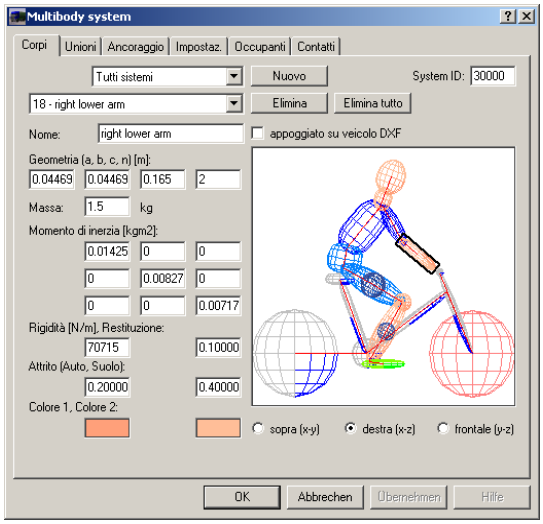
2. Usando **Veicolo – Sistema Multibody – Impostazioni**, si può assegnare la velocità iniziale dei sistemi multibody singolarmente o come gruppo. Consultare la descrizione di questa voce del menu nella sezione seguente per ulteriori informazioni.

Cambiare le Proprietà del Multibody

Le proprietà del multibody e le condizioni iniziali possono essere riviste e modificate usando la voce del menu **Veicolo – Sistema Multibody**. Si apre una finestra con i seguenti sottomenu:

- Corpi
- Giunti
- Molla/Ammortizzatori
- Impostazioni
- Passeggero
- Contatti

Corpi



In questa finestra si possono modificare, creare o eliminare i corpi multibody. Il primo campo nella parte superiore della finestra contiene un elenco per selezionare i singoli sistemi o “tutti i sistemi”. Nel secondo campo si possono scegliere i singoli corpi. Il corpo è definito da un nome, una massa ed una geometria. Ogni corpo è un ellissoide di semiassi **a**, **b**, **c** e ordine **n**:

$$\left(\frac{|x|}{a}\right)^n + \left(\frac{|y|}{b}\right)^n + \left(\frac{|z|}{c}\right)^n = 1$$

I momenti di inerzia sono calcolati automaticamente, ma possono anche essere inseriti manualmente.

Si possono definire per ogni corpo rigidezza, restituzione ed attrito. Nel caso dell’attrito, si possono stabilire valori differenti per i contatti coi veicoli e quelli col terreno.

L’attrito per contatti multibody – multibody è lo stesso scelto per quelli multibody – terreno.

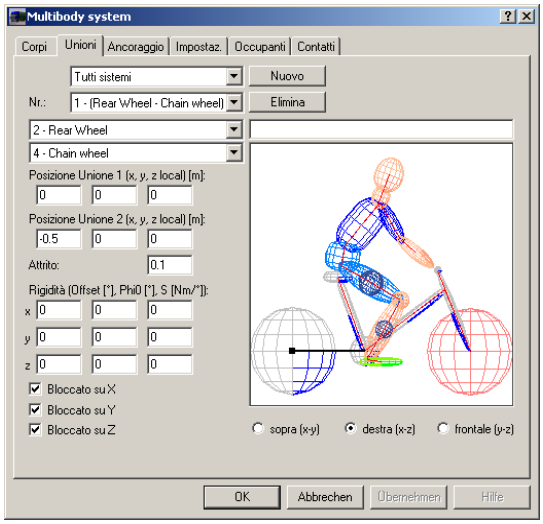
Ad ogni corpo si possono assegnare due colori, che appaiono sui quadranti opposti di ogni metà dell’ellissoide. Quando un corpo viene urtato in una simulazione, il secondo colore diventa rosso per mostrare il contatto.

C’è una finestra di anteprima coi seguenti pulsanti per la selezione della prospettiva di visualizzazione:

- **Superiore** Proiezione sul piano x-y,
- **Anteriore** Proiezione sul piano x-z,
- **Destra** Proiezione sul piano y-z.

Nella finestra di anteprima si possono selezionare col mouse i singoli corpi di un sistema multibody; il corpo scelto apparirà nel campo con l’elenco dei multibody.

Giunti



I singoli corpo di un sistema multibody sono connessi fra di loro attraverso dei giunti. Tali giunti possono essere totalmente bloccati, totalmente liberi (simile a giunti sferici), o possono avere rigidezza lungo gli assi di rotazione x, y o z.

Nel campo superiore del sottomenu Giunti si possono selezionare i singoli sistemi o “Tutti i sistemi”. Nel secondo campo, si può selezionare il giunto dal numero. Selezionato un giunto i due corpi connessi dal giunto selezionato sono mostrati automaticamente nei due campi successivi. Questi tre campi di elenco possono essere utilizzati per definire nuovi giunti, cambiare o eliminare i giunti esistenti.

La posizione del giunto è definita nel sistema di coordinate locale di ogni corpo. La finestra di anteprima visualizza la posizione e permette di selezionare un corpo cliccando su di esso.

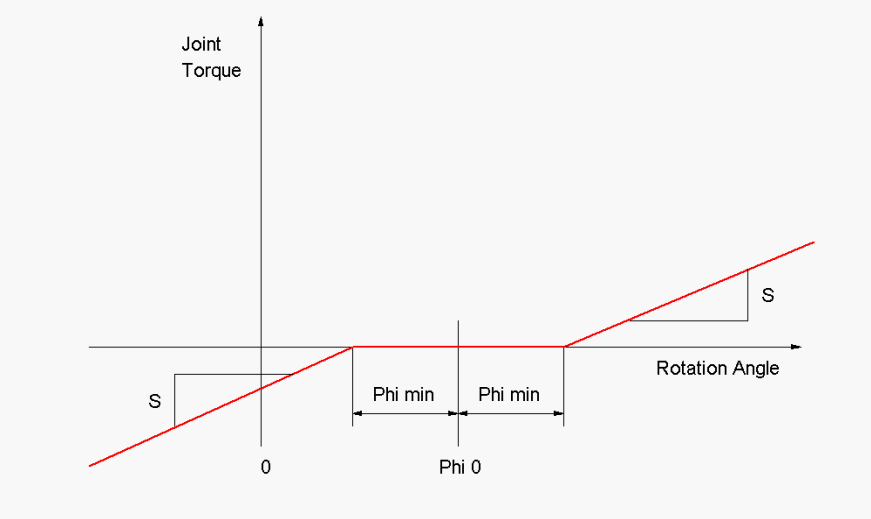
La posizione del giunto è mostrata da un piccolo cerchio nero. Una linea nera collega il cerchio con il centro di ogni corpo connesso.

Si può specificare la rigidezza di ogni giunto come momento delle forze di attrito costanti o come momento che aumenta con l’angolo di torsione. Il momento delle forze di attrito si definisce con un coefficiente di attrito, a cui si applica un raggio di 1 cm sul giunto. La definizione di **Phi 0, Phi min** e **S** della Rigidezza sono simili a quelli definiti per l’aggancio del rimorchio:

- **Phi 0** – è il valore di spostamento angolare da 0°. Se la rotazione relativa è maggiore di Phi 0 + Phi min o minore di Phi 0 – Phi min, si applica un

momento torcente S che aumenta in modo lineare. Se Phi 0 = 0°, la S è simmetrica per rotazioni positive e negative.

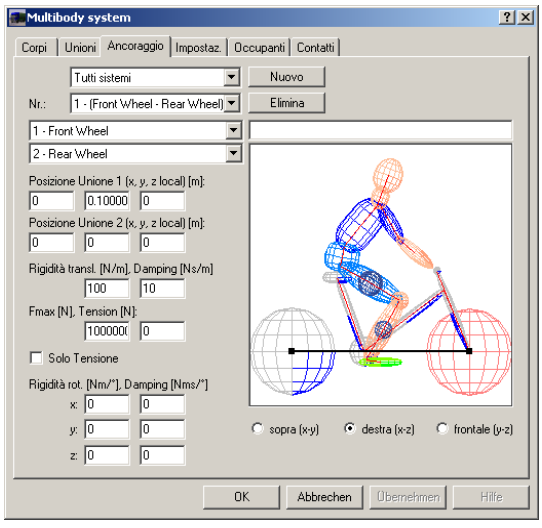
- **Phi min** – Rotazione relative rispetto a Phi 0 in cui inizia il momento di rotazione S.
- **S** – momento torcente resistivo che aumenta in modo lineare sull'asse specificato, partendo da Phi 0 + Phi min.



Nota: *se si utilizzano alti valori di rigidezza, i calcoli possono diventare instabili, la rigidezza massima che si può utilizzare dipende dal peso del corpo e dall'intervallo di tempo selezionato. Ridurre la rigidezza o l'intervallo di tempo se il moto del multibody sembra scorretto.*

I singoli giunti possono essere bloccati selezionando l'opzione asse x bloccata. I giunti non possono essere bloccati singolarmente sull'asse x, y o z.

Molla/Ammortizzatore



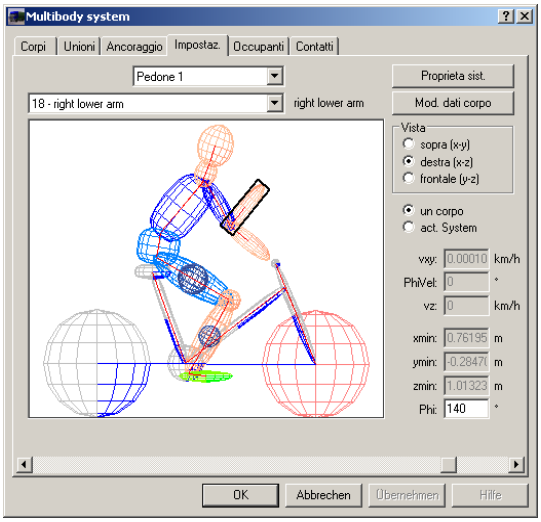
I singoli corpi di un sistema multibody possono essere collegati da sistemi di molla/ammortizzatore.

Nel campo di selezione posto nella parte superiore del sottomenu Molla/Ammortizzatore si possono selezionare sistemi singoli o “Tutti I sistemi”. Nel secondo campo si può selezionare molla/ammortizzatore dal numero, oppure lo si può selezionare cliccando nella rispettiva area della finestra di anteprima. I due corpi connessi dalla molla/ammortizzatore selezionata sono mostrati automaticamente nei due campi seguenti. Questi tre campi di elenco possono essere utilizzati per definire una nuova molla/ammortizzatore o cambiare o eliminare quelle esistenti.

I punti finali della molla/ammortizzatore sono definiti dal sistema di coordinate del corpo del rispettivo multibody. Si possono definire anche i coefficienti rigidità/ammortizzamento traslatorio e rigidità/ammortizzamento rotatorio rispetto agli assi x, y e/o z.

La prima molla/ammortizzatore è creata selezionando il pulsante Inserisci, che aggiunge una molla/ammortizzatore tra i corpi 1 e 2. i corpi possono essere cambiati successivamente nel campo con l’elenco dei nomi dei corpi.

Impostazioni



Le funzioni di questo sottomenu consentono di ruotare e posizionare il multibody o i singoli corpi.

Il primo campo di selezione permette di scegliere il sistema multibody. I singoli corpi possono essere selezionati nel secondo campo o cliccando sul corpo corrispondente nella finestra di anteprima

Dopo aver selezionato la visualizzazione preferita (dall’alto, da destra o di fronte) e scelto l’opzione (Corpo o Intero Sistema), il corpo o sistema scelto possono essere ruotati. Per farlo agire sulla barra di scorrimento sottostante la finestra dell’anteprima o digitare i valori desiderati nel campo Phi. Nel caso in cui sia necessario ruotare il corpo o sistema su più di un asse, le rotazioni devono essere effettuate lungo l’asse x, y e z nell’ordine.

È possibile posizionare un singolo sistema o tutti quelli caricati. Selezionare l’opzione Sistema. Per posizionarlo digitare i valori nei campi xmin, ymin e zmin. Queste sono le posizioni minime per il o i sistemi rispetto al sistema di coordinate globale. Ad esempio, si dovrebbe scegliere un valore zmin=0 se il sistema è a contatto col suolo. L’intero sistema multibody può anche essere posizionato nel piano x-y nella finestra Posizione e Velocità.

Ad uno o a tutti i sistemi si può assegnare una velocità iniziale inserendo il valore desiderato nei campi Vxy, PhiVel e Vz; per fare questo è necessario attivare l'opzione Sistema.

Proprietà del Sistema

Il pulsante Proprietà del Sistema permette di modificare le proprietà generali di ogni sistema multibody. Prima di usare questa opzione, selezionare un particolare sistema multibody da modificare nell'elenco nella parte superiore della finestra Impostazioni. Oltre alle dimensioni generali ed al peso, si può modificare il coefficiente di restituzione per tutti gli urti ed il coefficiente di attrito per urti col terreno e coi veicoli. L'attrito per contatti multibody-multibody è lo stesso stabilito per i contatti tra multibody e terreno.

Lunghezza, Larghezza, Altezza

Permette all'utente di scegliere soltanto l'altezza. Lunghezza e larghezza vengono calcolate automaticamente a seconda dell'altezza inserita e della massa.

Peso

Permette di cambiare il peso del multibody; il peso dei singoli corpi verrà calcolato automaticamente, a seconda del peso selezionato

Restituzione

Per selezionare il coefficiente di restituzione per urti del multibody contro veicoli e contro il suolo

Attrito terreno

Per selezionare il coefficiente di attrito tra il multibody ed il terreno; viene utilizzato il minore fra il coefficiente di attrito multibody - terreno o il multibody-Poligono di attrito. Si utilizza "Attrito terreno" anche per contatti tra multibody.

Attrito veicoli

Per selezionare il coefficiente di attrito tra il multibody ed i veicoli.

☑ *Contatto con Veicolo DXF 3D*

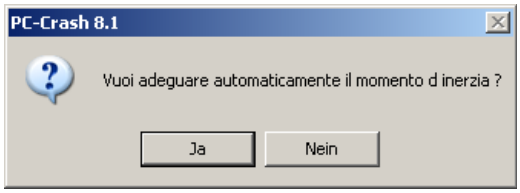
Permette di calcolare il contatto tenendo conto della forma del veicolo DXF 3D caricato. Con questa opzione aumenta notevolmente il tempo di calcolo. Inoltre è necessario accertarsi che le forme DXF non abbiano buchi o superfici che rientrano verso l'interno che potrebbero causare un urto irrealistico sul multibody. Per questa ragione si consiglia nella maggior parte dei casi di utilizzare il profilo predefinito del veicolo, modificandone le dimensioni in **Veicolo – Impostazioni Veicolo – Profilo veicolo**.

Passeggero

Permette al multibody di avere contatti con l'abitacolo del veicolo, piuttosto che con la carrozzeria. Selezionando questa opzione cambierà la direzione delle superfici della forma o del DXF del veicolo che saranno rivolte verso l'interno (verso il CG) piuttosto che verso l'esterno. Per i passeggeri sul sedile, potrebbe essere più conveniente caricare il file mbdef Passeggero + Sedile e le funzioni nel sottomenu Passeggero (consultare la descrizione del paragrafo seguente) che consente di eseguire il calcolo del passeggero dopo che è stata completata la simulazione del veicolo.

Modifica Dati del Corpo

Usando il pulsante Modifica Dati del corpo si possono cambiare i dati del pedone multibody caricato. Prima di utilizzare questa funzione, selezionare il pedone nell'elenco nella parte superiore del sottomenu Impostazioni. Il pulsante Modifica Dati del corpo apre una finestra in cui si possono inserire età, altezza e peso. Le misure e il peso delle parti del corpo saranno calcolati automaticamente sulla base dei valori digitati. I pulsanti di opzione permettono di modificare il pedone selezionato o tutti i pedoni caricati. Dopo aver effettuato i cambiamenti necessari nella finestra Dati del Corpo, apparirà un messaggio che chiede se si desidera che i MDI (Momenti di Inerzia) siano regolati per adattarsi ai valori specificati.



I dati del corpo sono modificati sulla base dello studio di ricerca "Dati Internazionali sull'Antropometria" di Hans W. Jurgens, Ivar A. Aune e Ursula Pieper, pubblicato dall'Istituto Federale per la sicurezza e salute sul lavoro, a Dortmund, Repubblica federale tedesca e uno studio portato a termine da vari scienziati in Slovacchia[1].

Passeggero

È possibile inserire in un veicolo un passeggero con o senza cintura di sicurezza (le cinture sono simulate usando dei componenti molla/ammortizzatore) per studiare il movimento in un urto o in un altro evento, dopo aver terminato la simulazione del veicolo. Questa opzione funziona quando si importa un file mbdef 'Passeggero + Sedile' 'Sedile + passeggero + cintura', ma soltanto dopo aver completato la simulazione del veicolo. Il sistema multibody può anche essere caricato prima, ma deve essere disattivato fino a quando non è terminata la simulazione del veicolo.

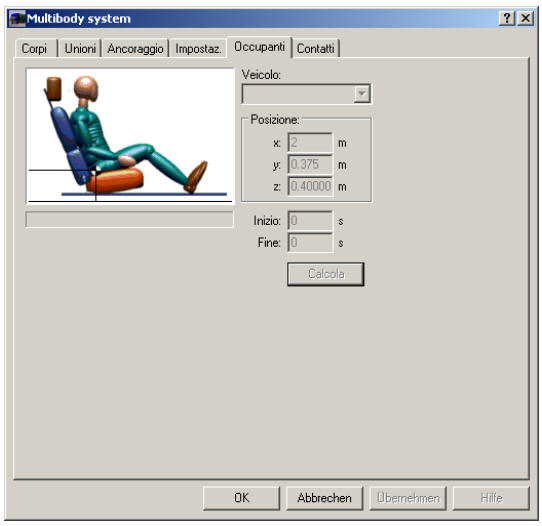
Per disattivarlo, usare il pulsante Modello Simulazione e disabilitare Sistema Multibody. Ricordarsi di riattivare tale opzione una volta terminata la simulazione.

La posizione del passeggero si può specificare nella finestra Passeggero. La posizione del punto H del passeggero è specificata nei campo x, y e z, che definiscono la distanza dalla parte anteriore del veicolo, alla sinistra dell'asse longitudinale (usare un numero negativo per i passeggeri sul lato destro), e al di sopra del terreno. Automaticamente una molla/ammortizzatore unisce il

1 Autori – kolektiv, Vademecummedici, Zilina Slovakia 1998

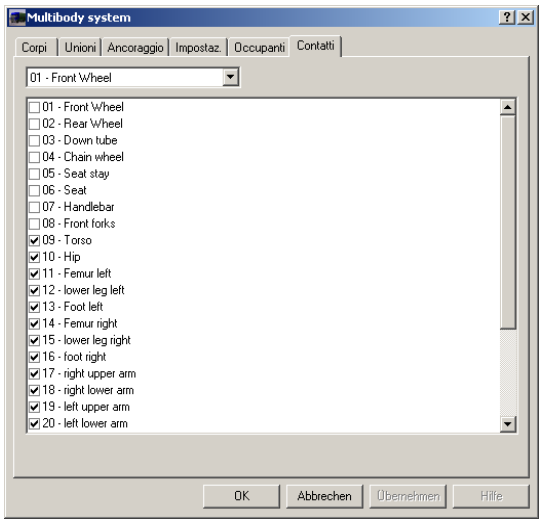
sedile con il veicolo. per visualizzarla e modificarla aprire il sottomenu Molla/Ammortizzatori.

Dopo aver selezionato il tempo di Inizio e Fine per il calcolo del multibody, il pulsante Calcola permette di eseguire i calcoli. Il progresso dei calcoli è visualizzato sotto la figura del passeggero.



Contatti

In questo sottomenu si possono scegliere i contatti da calcolare e quelli da non considerare. Selezionare un corpo nell'elenco nella parte superiore della finestra e poi attivare la casella vicino ad ogni altro corpo per definire se devono essere calcolate le forze di contatto nel caso in cui i due corpi entrino in contatto. Nell'esempio seguente, il corpo della bicicletta è connesso con giunti fissi e c'è una sovrapposizione dei corpi in connessione, quindi tali contatti sono stati automaticamente disattivati.



Avviare la Simulazione

La simulazione si avvia usando il pulsante Simulazione in Avanti (tranne per la simulazione del passeggero che si avvia dalla finestra multibody). Gli

urti multibody sono calcolati automaticamente , senza l'uso della finestra Urto.

Il calcolo per il modello multibody avviene in intervalli di 1ms, anche se si specifica 5ms nel Modello della Simulazione . Tuttavia, se l'intervallo di integrazione vene ridotto a 1ms, 0,5 ms o 0,1 ms, tali valori saranno usati per il calcolo.

***Nota**: Se si specifica 5ms, sebbene il moto del multibody sia calcolato ad intervalli di 1ms, il veicolo si muove ad intervalli di 5ms. Con velocità d'urto più elevate (più di 40km/h o 25mph) o con oggetti multibody molto pesanti, la forma del multibody potrebbe attraversare il profilo del veicolo e poi rimbalzare in maniera irrealistica a causa di una forza molto più elevata rispetto a quella che normalmente si verifica. La riduzione dell'intervallo di integrazione risolve questo problema. Per diminuire il tempo di calcolo, si può fermare manualmente la simulazione dopo un urto, l'intervallo di integrazione può essere riportato a 5ms, e poi si può calcolare il resto della simulazione. Controllare anche che la rigidezza del multibody sia realistica in caso di rimbalzi insoliti o se i corpi attraversano la superficie di contatto.*

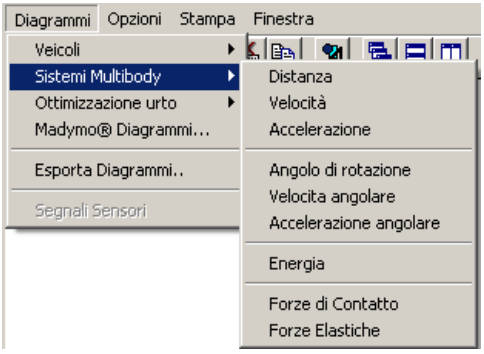
Le forze dell'urto sono calcolate nel punto in cui la tangente della superficie ellissoidale del multibody è parallela ed in contatto con la superficie di contatto. Se questo non è possibile, non sarà determinato il punto d'urto e non ci sarà nessuna forza si contatto. Questo può accadere se il punto tangente del multibody si trova oltre il margine del piano di contatto, come nel caso dell'apertura di una griglia del DXF 3D del veicolo quando è selezionato Contatto Veicolo DXF 3D. In questo caso la soluzione migliore è riempire l'apertura della griglia con una superficie poligonale usando un programma di disegno 3D come AutoCAD. Un'altra soluzione è costruire un sistema multibody composto da più corpi più piccoli.

Visualizzare i risultati del Multibody

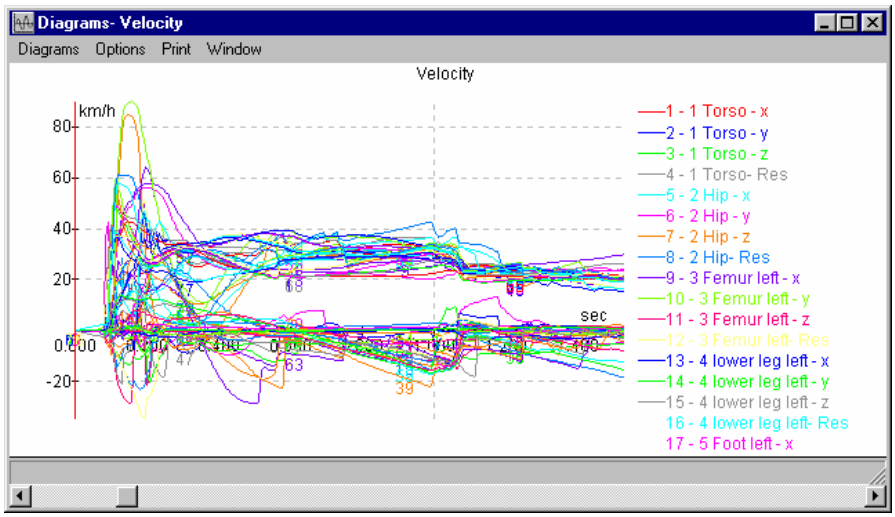
I valori dinamici della simulazione completa del multibody possono essere visualizzati sotto forma di grafici. Il movimento della simulazione del modello multibody può essere visualizzato nella schermata principale o nella finestra 3D usando la barra di scorrimento della simulazione. È possibile creare un'animazione proprio come nel caso di urti veicolo-veicolo.

Visualizzare la Dinamica del Multibody con i Diagrammi

É possibile visualizzare i grafici del multibody selezionando **Opzioni – Diagrammi – Diagrammi – Sistemi Multibody**.

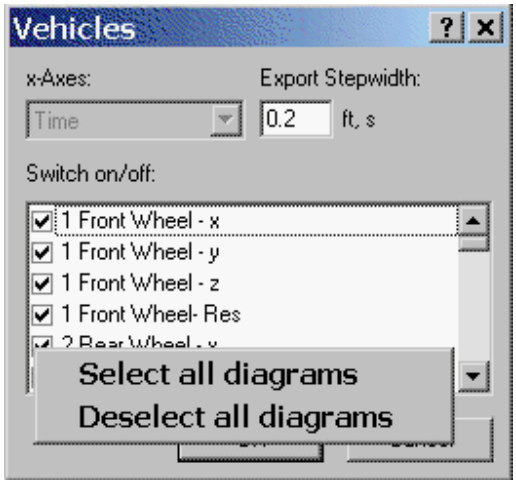


Dal menu Sistemi Multibody, possono essere visualizzati grafici di distanza, velocità, tempo, ecc.. La figura seguente mostra i grafici della velocità di tutte le parti che compongono il pedone.

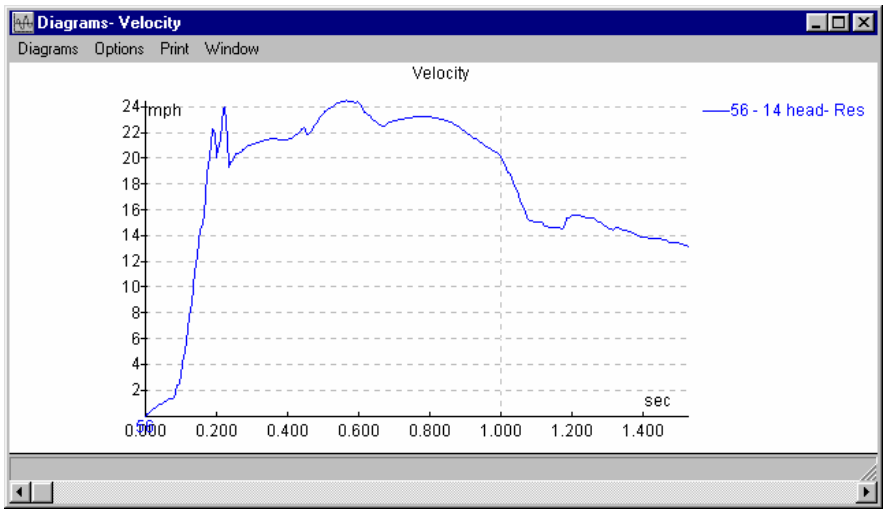

Diagrams- Velocity
Diagrams Options Print Window
Velocity
km/h
80
60
40
20
0.000
-20
sec
1 - 1 Torso - x
2 - 1 Torso - y
3 - 1 Torso - z
4 - 1 Torso- Res
5 - 2 Hip - x
6 - 2 Hip - y
7 - 2 Hip - z
8 - 2 Hip- Res
9 - 3 Femur left - x
10 - 3 Femur left - y
11 - 3 Femur left - z
12 - 3 Femur left- Res
13 - 4 lower leg left - x
14 - 4 lower leg left - y
15 - 4 lower leg left - z
16 - 4 lower leg left- Res
17 - 5 Foot left - x

Per visualizzare chiaramente i grafici di alcuni elementi, è possibile disattivarne alcuni selezionando Opzioni – Diagrammi/assi nella finestra Diagrammi. Si aprirà una finestra in cui ogni elemento può essere attivato/disattivato, cliccando con il mouse sulla relativa casella.

Se si desidera visualizzare soltanto uno o pochi corpi, è possibile disattivarli tutti cliccando su questa finestra con il tasto destro disattivare tutti i corpi e poi selezionare soltanto quelli che si desidera visualizzare.



Per esempio, selezionando soltanto Testa – Velocità risultante soltanto questo grafico sarà visualizzato molto chiaramente.



I dati del diagramma possono essere esportati, ad esempio su programmi che gestiscono fogli di calcolo come MS Excel®. Per farlo selezionare dalla finestra Diagrammi l'opzione **Diagrammi – Esporta Diagramma**.

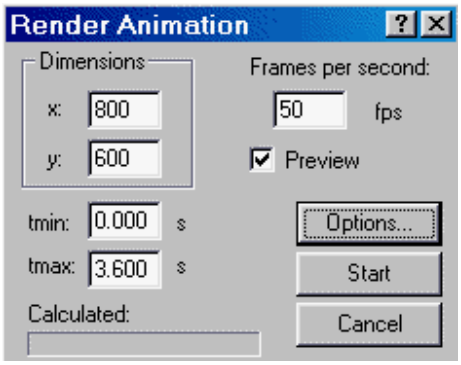
Si apre una finestra in cui i dati possono essere salvati come file di diagramma (*.dia) o file DXF (*.dxf) si noti che la durata dell'intervallo di tempo predefinito per i dati del diagramma è 0,5 secondi; si suggerisce di cambiarlo con un valore molto più piccolo.

Visualizzare il Movimento del Multibody in 3D

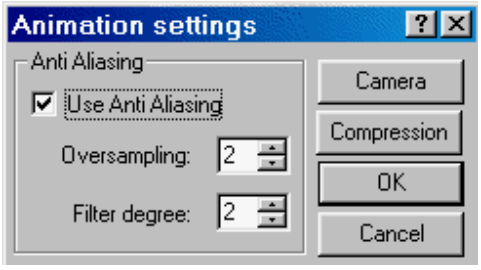
il PC-Crash le animazioni coi multibody sono fatte nello stesso modo delle altre animazioni. Innanzitutto, per visualizzare il passeggero in 3D, posizionare la videocamera nella posizione desiderata sulla finestra principale usando il pulsante Telecamera . La visualizzazione può essere regolata ulteriormente nella finestra di Visualizzazione 3D; fare riferimento alla descrizione di questa voce del menu sotto **Visualizza – Finestra 3D** per ulteriori informazioni.

Rendering dell'Animazione Multibody

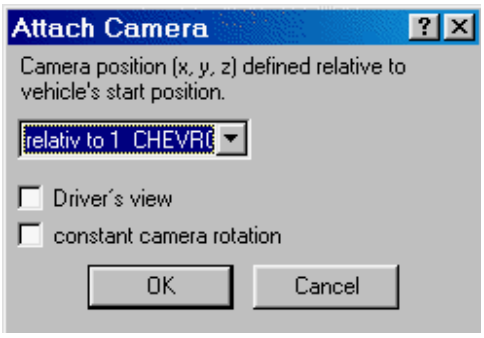
Nella finestra 3D, selezionare l'opzione del menu **Animazione – Rendering**. Dopo aver selezionato un nome per il file dell'animazione da creare, si apre la finestra per il Rendering dell'Animazione. Dato che il movimento del pedone vcaria molto in un piccolo intervallo di tempo, utilizzare un alto numero di fotogrammi al secondo (nella figura sottostante sono stati selezionati 50 fotogrammi al secondo).



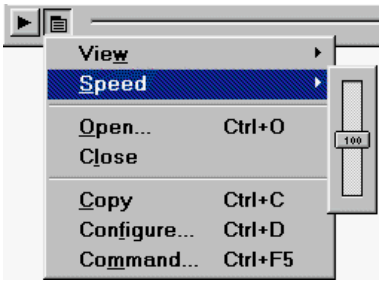
In generale il modo migliore per visualizzare il movimento del pedone è con la videocamera accanto al veicolo o attaccata ad esso. Premere il pulsante Opzioni in questa finestra per aprire la finestra delle Impostazioni dell'Animazione.



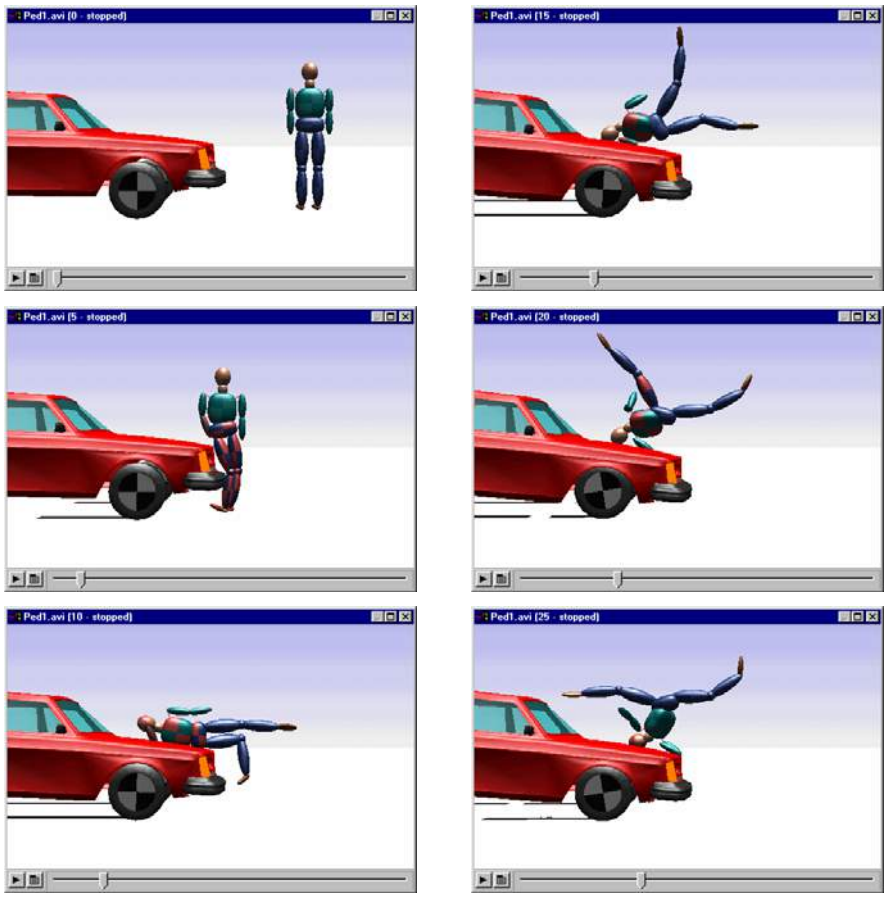
Successivamente, premere il pulsante videocamera per aprire la finestra Aggancia videocamera. Selezionare "relativo a …" nell'elenco per scegliere a quale veicolo agganciare la videocamera.



Dopo aver agganciato la videocamera, tornare alla finestra Rendering Animazione e premere il pulsante Inizio per creare l'animazione. Dopo averla creata, può essere necessario visualizzare l'animazione al rallentatore. Cliccare sul pulsante Opzioni nell'angolo inferiore sinistro della finestra Animazione per aprire il seguente menu.



Selezionare la voce Velocità e posizionare la barra di scorrimento ad una velocità bassa come ad esempio il 5%. È adesso possibile visualizzare l'animazione a rallentatore cliccando sul pulsante con la freccia. Si può utilizzare anche la barra di scorrimento della finestra Animazione per visualizzare ogni fotogramma dell'animazione in dettaglio. In figura è mostrata una sequenza dell'urto di un pedone composta da sei fotogrammi ad intervalli di 100ms.



Visualizzare il Movimento del Passeggero Multibody

Quando si utilizza un passeggero multibody, la carrozzeria del veicolo spesso impedisce di vedere il movimento del passeggero. Fare riferimento al capitolo successivo **Modello Passeggero Madymo** sezione **Visualizza Madymo in 3D** per diversi metodi di visualizzazione.

Capitolo 6
Modello Passeggero Madymo

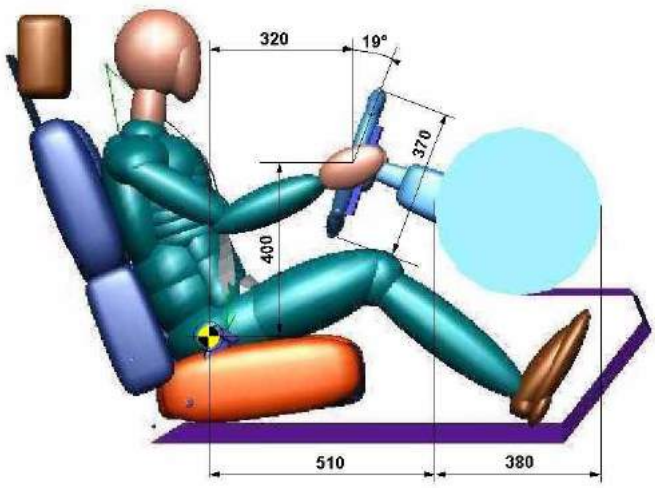
Con PC-Crash è possibile eseguire simulazioni dettagliate del movimento di passeggeri con o senza cintura di sicurezza e del carico, utilizzando l'interfaccia aggiuntiva Madymo (Modello Dinamico Matematico).

Madymo è un programma di modellizzazione del passeggero sviluppato dall'Istituto di Ricerca Veicoli Stradali TNO per costruttori e progettisti di veicoli. Madymo utilizza un modello di passeggero multibody con cintura e airbag ad elementi finiti e permette anche di definire un pre-tensionatore della cintura di sicurezza.

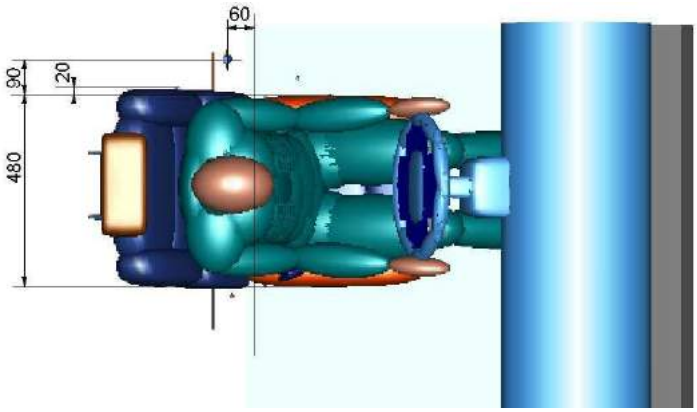
Il CD fornito con PC-Crash contiene i manuali per Madymo. Fare riferimento a tali manuali per una descrizione completa dei modelli teorici di Madymo. Questo capitolo fornisce una spiegazione dell'utilizzo di Madymo nell'ambito di PC-Crash.

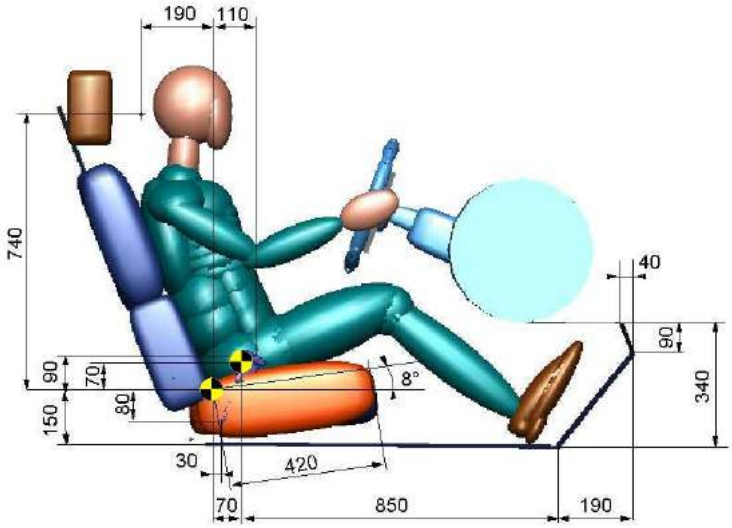
La versione Madymo di PC-Crash ha le seguenti limitazioni rispetto alla versione integrale di Madymo:

- L'altezza del passeggero è fissa al 50° percentile (altezza 5'-9")
- Il volante e la geometria dell'abitacolo sono fisse, con le seguenti caratteristiche:

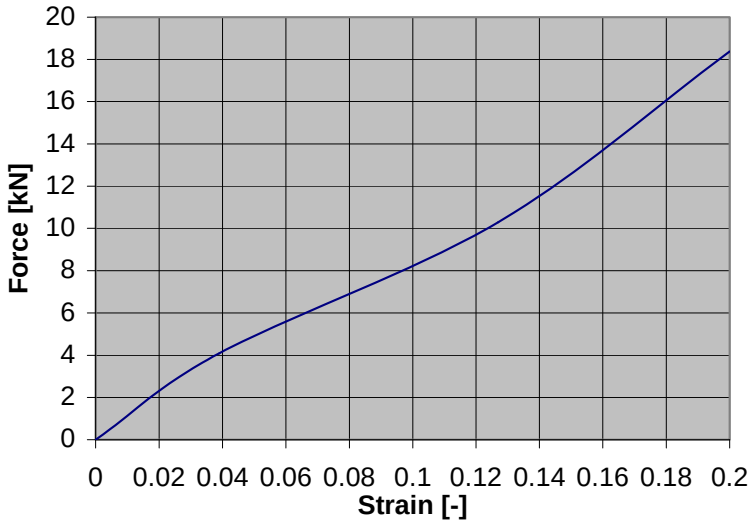


- Le misure della cintura di sicurezza, della seduta del vano pedaliera sono fisse coi seguenti valori:

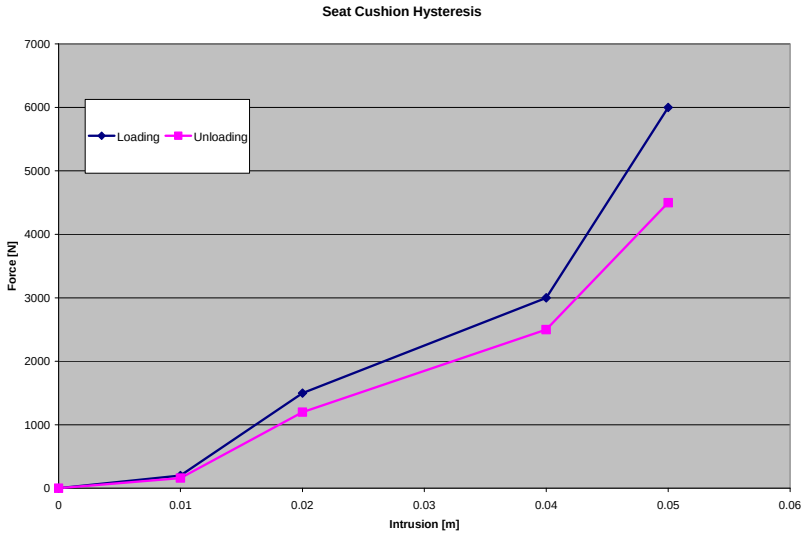




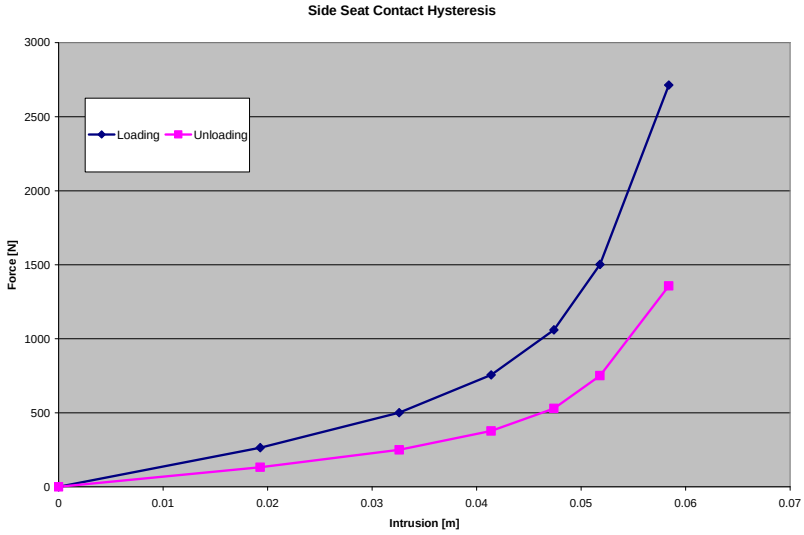
- L'elasticità del tessuto della cintura è fissa (allungamento del 13% @ 11 kN)



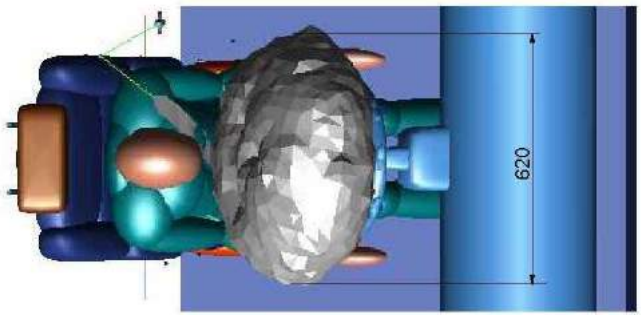
- La posizione del passeggero all'inizio dell'urto non può essere diversa da quella di normale seduta.
- La lunghezza massima della simulazione del passeggero è 2000 ms dopo l'urto.
- Il coefficiente di attrito per tutti i contatti passeggero-abitacolo è 0,3, tranne che per la seduta, per cui è 0,4
- L'isteresi della seduta del sedile è la seguente:

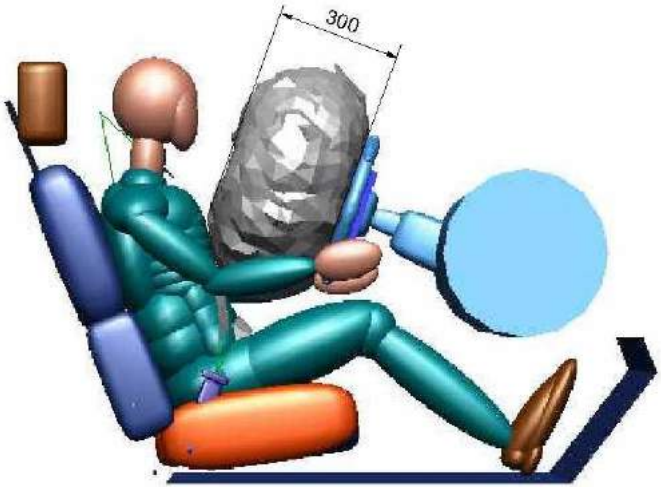


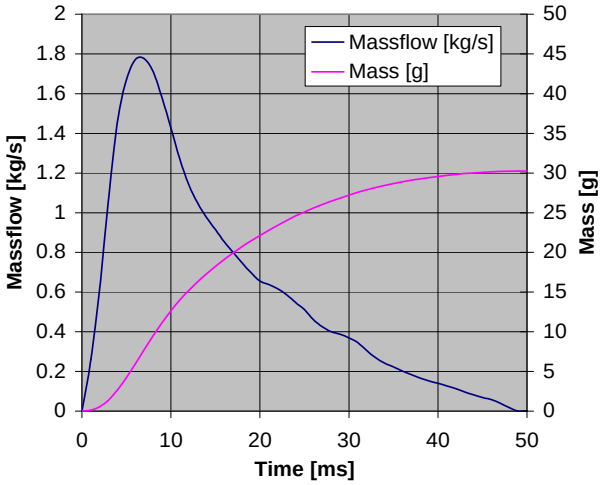
- L'isteresi dell'elemento di contenimento laterale per la coscia è la seguente:



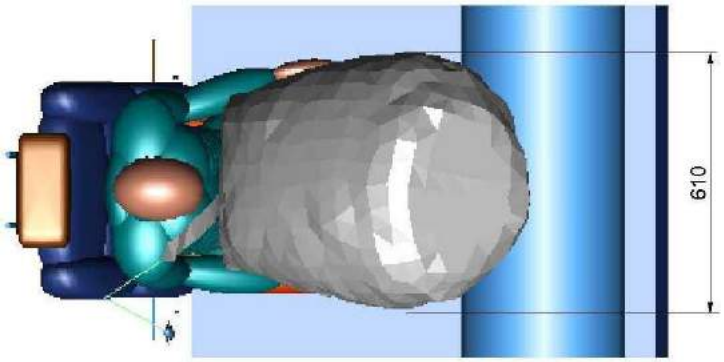
- Le proprietà dell'airbag del conducente e dell'airbag anteriore destro sono fisse: volume dell'airbag del conducente circa 50 litri e air bag anteriore destro circa 115 litri. Le altre proprietà sono mostrate nei disegni:

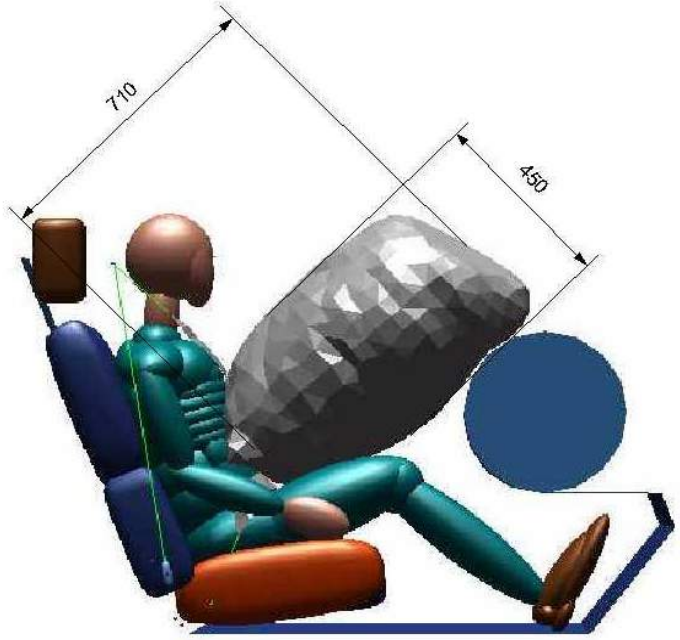


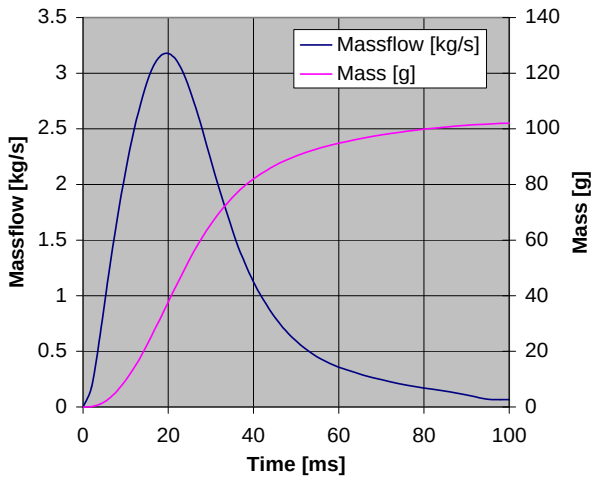




Dimensioni dell’airbag conducente, massa e flusso della massa







Dimensioni dell'airbag anteriore destrom massa e flusso di massa

Utilizzo

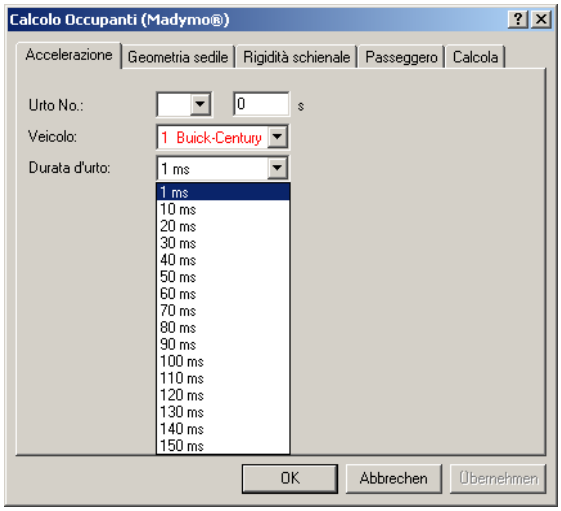
Innanzitutto deve essere completata e salvata la simulazione di PC-Crash. Nella simulazione bisogna avere un tempo della simulazione pre urto di almeno 250 ms per consentire al modello del passeggero Madymo di raggiungere una condizione di stabilità prima dell'urto. È anche necessario consentire che la durata del fronte di salita dell'impulso sia dell'ordine di grandezza di un urto tipico, rispetto alla durata dell'impulso infinitesimamente piccola(tempo=0) su cui si basa il modello d'urto di PC-Crash.

La simulazione dell'urto e della traiettoria in PC-Crash è descritta nei capitoli precedenti.

Per la simulazione Madymo,selezionare **Urto – Simulazione Passeggero Madymo®**. Questo apre la finestra (Madymo®) di calcolo del Passeggero, che ha cinque sottomenu.

Impulso di Accelerazione

Le voci di questo menu permettono di selezionare il numero dell'urto ed il veicolo per il quale si calcola la simulazione del passeggero. Nel caso dell'impulso di accelerazione predefinito (1ms), si utilizza la variazione della velocità istantanea dalla simulazione d'urto di PC-Crash basata sulla quantità di moto. Si possono però selezionare impulsi a forma d'onda quadra con durate dell'urto fino a 150ms. Il tempo è centrato sull'urto di PC-Crash: metà durata prima e metà dopo l'urto.



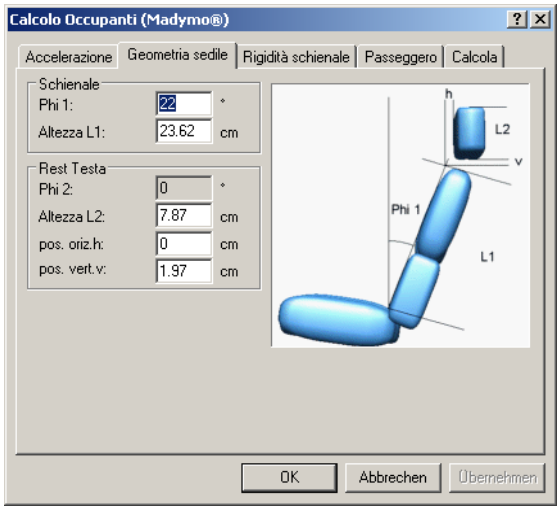
Quando si seleziona un impulso di accelerazione diverso da 1ms, il modello dell'interno Madymo ed il profilo del veicolo di PC-Crash nelle animazioni si muovono l'uno rispetto all'altro durante il tempo dell'urto. Questo avviene perché la variazione di velocità del modello Madymo è calcolata come un media sulla lunghezza dell'impulso di accelerazione, mentre la variazione della velocità del veicolo non lo è.

Per i tempi di impulso dell'accelerazione più lunghi, inoltre, la durata massima della simulazione Madymo (2000 ms) sarà ridotta. Questo avviene perché il numero totale dei calcoli eseguiti è limitato a 200. Tali calcoli avvengono ad intervalli di 10ms tranne durante l'impulso dell'urto, in cui sono ad intervalli di 1ms. Ad esempio, con una durata dell'impulso d'urto di 100ms, si usano 100 calcoli a intervalli di 1ms, lasciando 100 calcoli a

intervalli di 10ms per il resto della simulazione Madymo, che avrà un tempo totale di 1100ms. La seguente tabella mostra la lunghezza massima della simulazione Madymo per la durata dell'impulso d'urto disponibile.

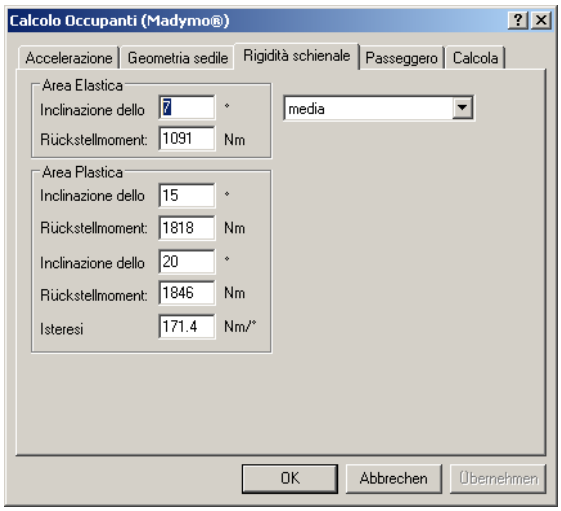
Crash Pulse Duration (ms)	Max. Madymo Sim. Time (ms)
1	2000
10	1910
20	1820
30	1730
40	1640
50	1550
60	1460
70	1370
80	1280
90	1190
100	1100
110	1010
120	920
130	830
140	740
150	650

Geometria Sedile



Il sottomenu geometria del sedile si utilizza per inserire le dimensioni del sedile e del poggiatesta. La misura e l'angolo della seduta del sedile e l'angolo del poggiatesta non si possono cambiare.

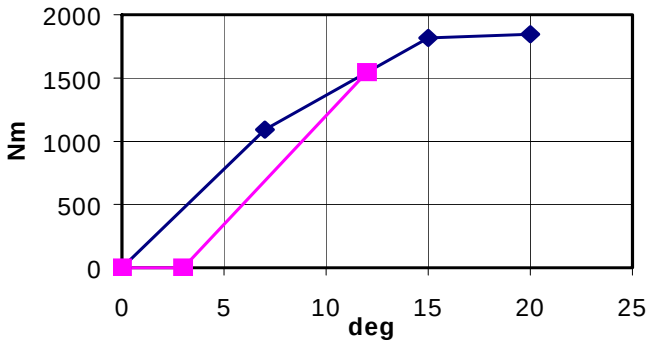
Rigidezza Sedile



Questo menu consente di modificare le proprietà della rigidezza delle parti elastiche e plastiche del sedile. È possibile selezionare dall'apposito elenco Normale, Rigido o Morbido o specificare i valori esatti nei campi per l'area elastica e plastica.

Si possono specificare 3 angoli e momenti torcenti dello schienale, con una pendenza di isteresi per tenere in considerazione la dissipazione di energia nel rimbalzo. La 1^ coppia angolo dello schienale momento torcente elastico (nell'area Elastica) è quello per cui la deformazione del sedile passa da elastica a plastica. Non c'è ammortizzamento al di sotto dell'angolo e della torsione elastica specificati. La 2^ coppia angolo e momento specificata definisce il punto nel quale la pendenza della 1° curva plastica cambia nella 2°. Una 3^ coppia angolo momento è specificata per definire la pendenza della 2° curva plastica.

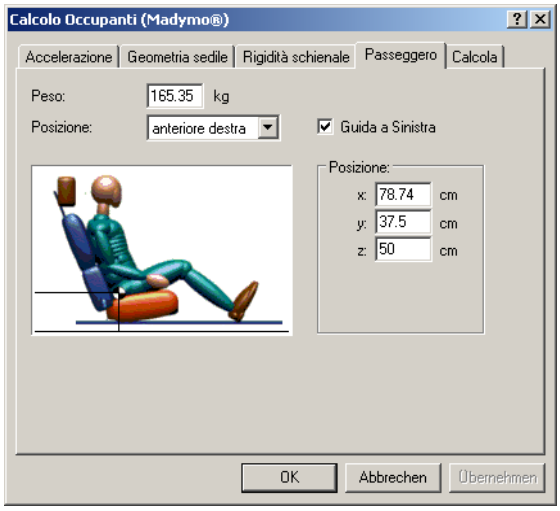
La figura che segue mostra un grafico torsione-angolo dello schienale, usando i valori predefiniti per la rigidezza "Normale". La piccola variazione della torsione da 15° a 20° mostra una comportamento quasi completamente plastico dello schienale al di sopra dei 15°. La seconda linea nella figura, quasi parallela con la parte elastica del grafico, è la curva di isteresi per un angolo dello schienale di circa 12°.



Caratteristica momento torcente - angolo dello schienale

Passeggero

Si utilizza questo sottomenu per modificare la posizione ed il peso del passeggero seduto. Si presuppone una posizione seduta normale e non è possibile ricostruire posizioni diverse. L'altezza del passeggero è un uomo 50° percentile (alto 5'-9") e non può essere cambiata. Ci può essere solo un passeggero alla volta, per ogni calcolo.

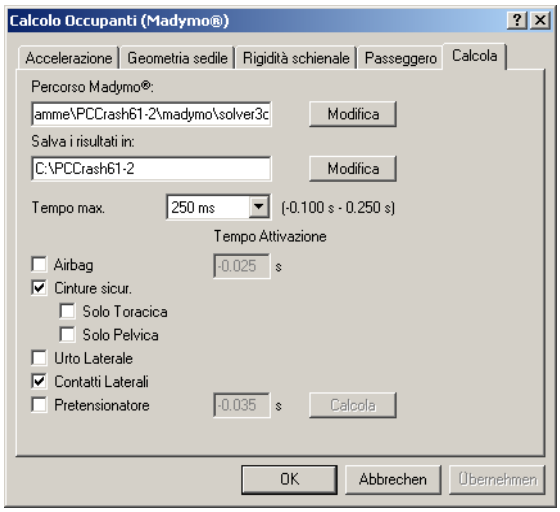


Se Volante a sinistra è attivo (predefinito) il volante apparirà davanti al sedile anteriore sinistro. Se è disattivata, il volante sarà davanti al sedile anteriore Destro.

La posizione del sedile del passeggero è il punto H nel sistema di coordinate del veicolo, come misurato dal centro anteriore del veicolo a livello del terreno.

Calcola

All'interno di questo sottomenu si può specificare la posizione della cartella, il tempo di simulazione, il tipo dispositivo di sicurezza e si possono avviare i calcoli Madymo.



La finestra Calcola include le voci seguenti:

Posizione Madymo®

In questo campo, si deve specificare la posizione del file Solver.exe. Il file Solver è contenuto nella sottocartella Madymo all'interno della cartella di installazione di PC-Crash.

Salva Risultati in

Questo campo si utilizza per specificare la posizione nella quale l'utente desidera salvare i risultati calcolati del modello Madymo. I risultati sono sempre salvati in sottocartelle che sono create quando si eseguono i calcoli. Il nome della cartella selezionato deve rispettare le regole del DOS (Niente spazi, massimo 8 caratteri).

Tempo Massimo di Simulazione

Si utilizza per specificare la durata della simulazione Madymo dopo l'urto (da 0 a 2000ms). si utilizza sempre un tempo di 100ms per la fase precedente all'urto.

☑ Airbag

Si può utilizzare un airbag per il conducente o per il sedile passeggerto. L'istante di attivazione del meccanismo dell'airbag può essere stabilito inserendo un valore nel campo specifico. Per compensare il fatto che il punto d'urto (tempo=0 in PC-Crash) è nel mezzo della durata dell'impulso di accelerazione dell'urto si utilizza un tempo negativo.

Nota: *Affinché il calcolo dell'airbag funzioni correttamente il sistema operativo deve essere Windows NT o 2000 (o successivo).*

☑ Cintura di Sicurezza

Permette di specificare se la cintura è addominale o a tre punti. La fibia di chiusura è scorrevole a meno che non sia attivo ☑ Urti Laterali, nel qual caso entrambe le cinture hanno una fibia di chiusura fissa.

La forza di attrito per la fibia di chiusura scorrevole è definita nella maniera seguente:

$$F_{Attrito} = F_{Cintura} \cdot e^{\mu\alpha}$$

dove

$F_{Attrito}$ = La tensione della cintura con l'attrito (sul lato della fibia nel quale la lunghezza delle cinghie aumenta)

$F_{Cintura}$ = Tensione della cintura senza attrito (sul lato della fibia nel quale la lunghezza delle cinghie diminuisce)

μ = coefficiente di attrito della fibia di chiusura = 0.1

α = variazione dell'angolo della cinghia sulla fibia

☑ Cintura a tre punti

Seleziona l'uso di una cintura a tre pèunti.

☑ Cintura addominale

Seleziona l'uso della sola cintura addominale.

Nota: *per selezionare un passeggero senza cintura, lasciare tutti i campi relativi alla cintura vuoti.*

☑ Urto Laterale

Questa opzione e quella seguente sono utilizzate per gli urti laterali ed angolati. Selezionando questa opzione viene fissata la fibia nelle cinture di sicurezza addominale ed a tre punti. Questo è necessario per evitare che la fibia slacci la cintura quando una parte degli elementi finiti costituenti la cintura raggiunge la fibia.

☑ Contatti laterali

Definisce una superficie laterale verticale per ricostruire le forze di contatto tra il passeggero e l'interno della portiera adiacente. L'interno della portiera è un piano verticale ad altezza completa (dal tetto al pavimento) in posizione fissa, 10cm all'interno della larghezza esterna del veicolo.

☑ Pretensionatore

Definisce le caratteristiche del pretensioantore della cintura di sicurezza. Nel campo accanto è possibile definire l'istante di attivazione del pretensionatore. Anche in questo caso, come per l'air bag, si utilizza un tempo negativo per compensare il fatto che il punto d'urto (tempo=0 in PC-Crash) si trova al centro dell'impulso di accelerazione dell'urto selezionato.

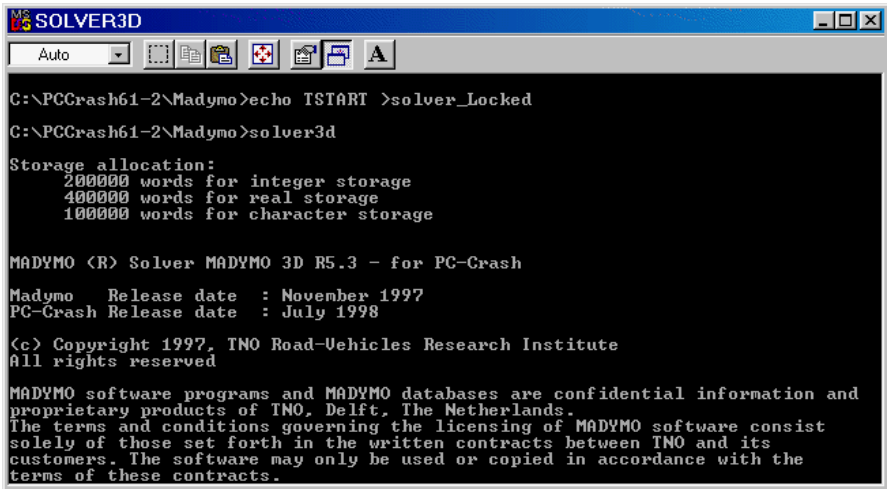
Attivando la funzione pretensionatore si aggiunge una forza di tensione di ritrazione di circa 1500-1700 N fino ad un massimo di ritrazione della cinghia di 12 cm. Il blocco della ritrazione avviene quando la cinghia inizia a ritirarsi a causa della ritrazione dovuta al movimento del passeggero.

Calcola

Premendo

inizia il calcolo Madymo. Appare la finestra Solver 3D. A seconda della complessità e della lunghezza della simulazione e della velocità del processore del computer, la fase di calcolo può durare da alcuni minuti ad un'ora. Una barra di progresso (in %) è posizionata sotto la finestra Solver 3D.

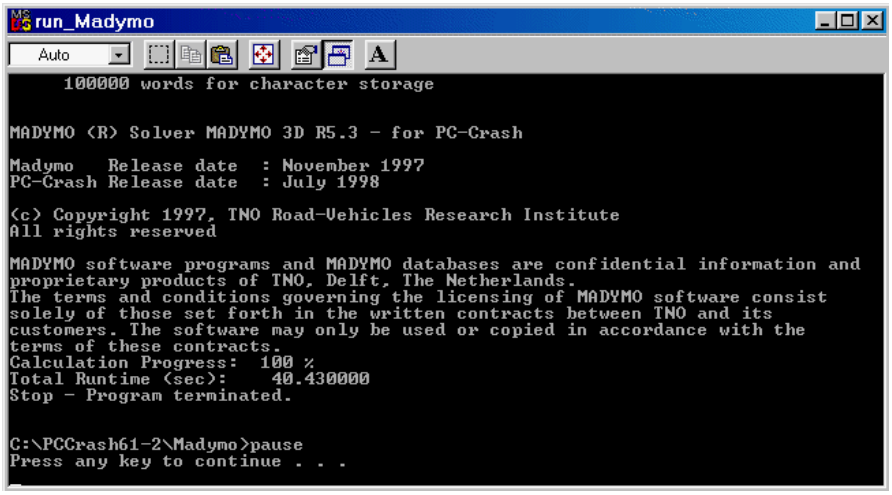
Il calcolo è più lungo la prima volta che si esegue una simulazione Madymo, in particolare con sistemi Windows NT/2000.


SOLVER3D
Auto
C:\PCCrash61-2\Madymo>echo TSTART >solver_Locked
C:\PCCrash61-2\Madymo>solver3d
Storage allocation:
200000 words for integer storage
400000 words for real storage
100000 words for character storage
MADYMO (R) Solver MADYMO 3D R5.3 - for PC-Crash
Madymo Release date : November 1997
PC-Crash Release date : July 1998
(c) Copyright 1997, TNO Road-Vehicles Research Institute
All rights reserved
MADYMO software programs and MADYMO databases are confidential information and proprietary products of TNO, Delft, The Netherlands.
The terms and conditions governing the licensing of MADYMO software consist solely of those set forth in the written contracts between TNO and its customers. The software may only be used or copied in accordance with the terms of these contracts.

Nota: *Se il pulsante Calcola non è attivo, controllare che la posizione del file Solver.exe sia stata specificata in maniera corretta. Se lo è, allora la causa potrebbe essere un interruzione da parte dell'utente di un calcolo Madymo prima del completamento. In questo caso, è necessario cancellare il file chiamato "Solver_Locked" dalla sottocartella Madymo in cui è contenuto il file Solver.exe.*

Se il pulsante Calcola è attivo ma, qualche minuto dopo aver premuto il pulsante Calcola, non c'è alcun progresso dei calcoli nella barra nella parte inferiore della finestra Solver 3D, allora controllare che la chiave hardware di Madymo sia stata installata correttamente. Con Windows NT/2000, per istallare la chiave è necessario avviare il programma Installa Dongle.

Una volta terminata la fase di calcolo, appare la seguente finestra:


run_Madymo
Auto
100000 words for character storage
MADYMO (R) Solver MADYMO 3D R5.3 - for PC-Crash
Madymo Release date : November 1997
PC-Crash Release date : July 1998
(c) Copyright 1997, TNO Road-Vehicles Research Institute
All rights reserved
MADYMO software programs and MADYMO databases are confidential information and proprietary products of TNO, Delft, The Netherlands.
The terms and conditions governing the licensing of MADYMO software consist solely of those set forth in the written contracts between TNO and its customers. The software may only be used or copied in accordance with the terms of these contracts.
Calculation Progress: 100 %
Total Runtime (sec): 40.430000
Stop - Program terminated.
C:\PCCrash61-2\Madymo>pause
Press any key to continue . . .

Quando l'utente preme un tasto per continuare, i file di calcolo sono salvati nella cartella selezionata.

Nota: *Se il progresso dei calcoli non raggiunge il 99% prima del termine del programma, la ragione potrebbe essere:*

1. *La combinazione del tempo dell'impulso di accelerazione e del tempo massimo della simulazione Madymo superano quello mostrato nella tabella nella sezione* ***Impulso di Accelerazione*** *di questo capitolo.*

2. *Sono stati superati i limiti del movimento per il passeggero. Ciò è indicato nella parte inferiore del file di reprint (*.**rep**) nella cartella in cui sono salvati i file Madymo, con un messaggio simile a "angolo di Eulero per xxx super pi/2". Questo accade se c'è un urto forte tra il passeggero e l'abitacolo.*

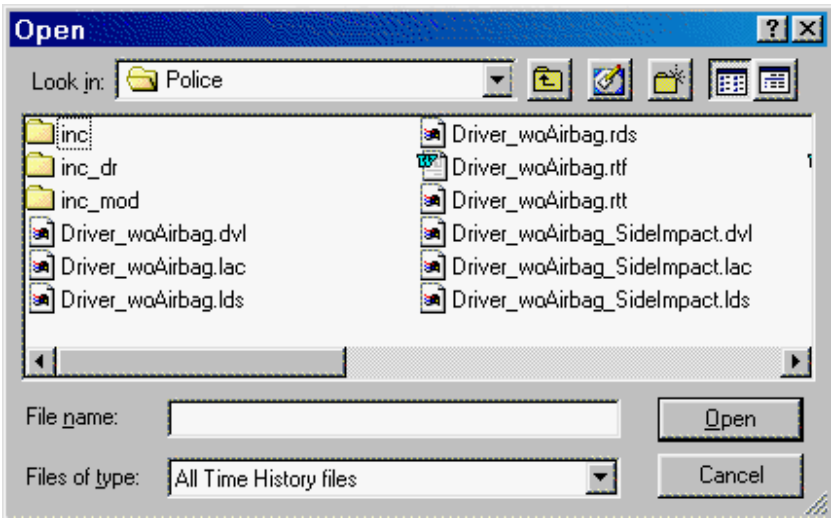
Visualizzare i Risultati Madymo

Come per il modello Multibody, i risultati della simulazione del passeggero Madymo possono essere visualizzati attraverso grafici e animazioni 3D.

Visualizzare Madymo con Diagrammi

I grafici Madymo possono essere visualizzati selezionando **Opzioni – Diagrammi – Diagrammi – Diagrammi Madymo®**.

Nella finestra che si apre possibile aprire il file del grafico desiderato:



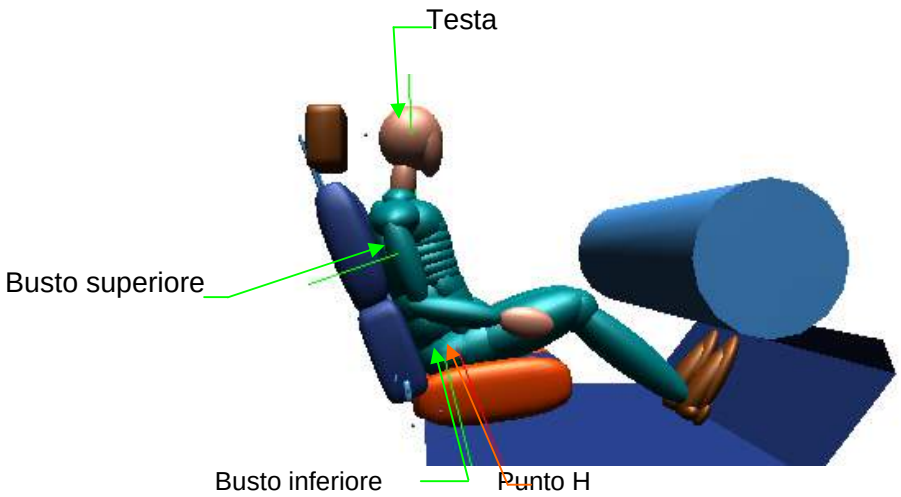
I tipi di grafici sono i seguenti:

***.dvl**	Spostamento risultante (m) e velocità (m/s)	Sterno Testa/sedile Busto superiore/sedile Busto inferiore/sedile
***.lac**	Accelerazioni risultante, x, y e z (m/s^2)	Testa Busto superiore Busto inferiore EMD/Muscolo retrattore (stessa posizione)

***.lds**	Spostamenti lineari Risultanti, x, y e z (m)	Testa Busto superiore Busto inferiore Ginocchio sinistro Ginocchio destro Punto della fibbia Punto di ancoraggio della fibbia Punto di montaggio della cintura superiore Carrozzeria (CG veicolo) EMD/Muscolo retrattore (stessa posizione)
***.rds**	Spostamento relativo Risultante, x, y e z (m)	Sterno Testa/sedile Busto superiore/sedile Busto inferiore/sedile
***.rtf**	Forza di vincolo risultante (N), Forze di inerzia X, Y e Z (N), Forze del giunto x, y e z, (N) Forze del corpo x, y e z (N)	Su lombare inferiore da busto inferiore Su busto inferiore da lombare inferiore Su busto superiore da lombare superiore Su lombare superiore da busto superiore Su sensore collo inferiore da sostegno collo inferiore Su sostegno collo inferiore da sensore collo inferiore Su testa da cervicale superiore Su cervicale superiore da testa Su ginocchio sinistro da femore Su femore sinistro da ginocchio Su ginocchio destro da femore Su femore destro da ginocchio Su tibia centrale sinistra da tibia superiore Su tibia superiore sinistra da tibia centrale Su tibia centrale destra da tibia superiore Su tibia superiore destra da tibia centrale Su tibia inferiore sinistra da tibia centrale Su tibia sinistra centrale da tibia inferiore Su tibia inferiore destra da tibia centrale Su tibia destra centrale da tibia inferiore
***.rtt**	Torsione di vincolo risultante (Nm), Torsione di inerzia X, Y e Z (Nm), Torsione del giunto x, y e z, (Nm) Torsione del corpo x, y e z	Vedi ***.rtf**

	(Nm)	

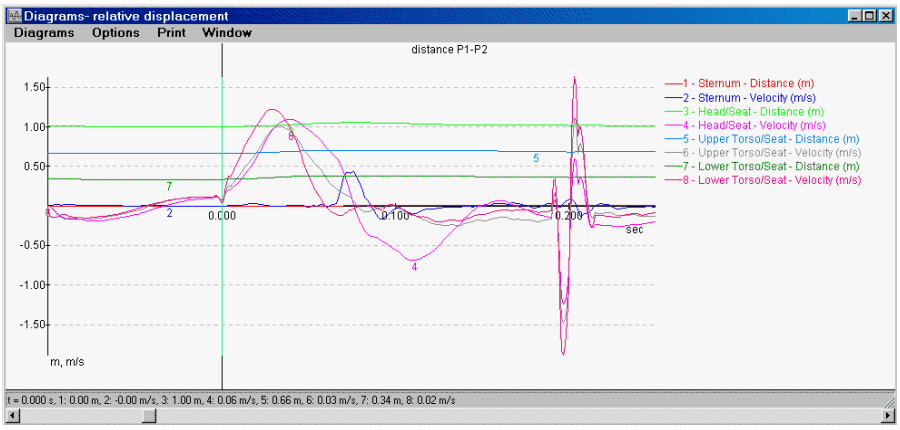
In figura sono mostrate le posizioni dei sensori della testa, del busto superiore ed inferiore di Madymo oltre che la posizione del punto H.



La posizione del sensore (in metri), rispetto al punto H del manichino Madymo nella posizione di partenza da seduto, è:

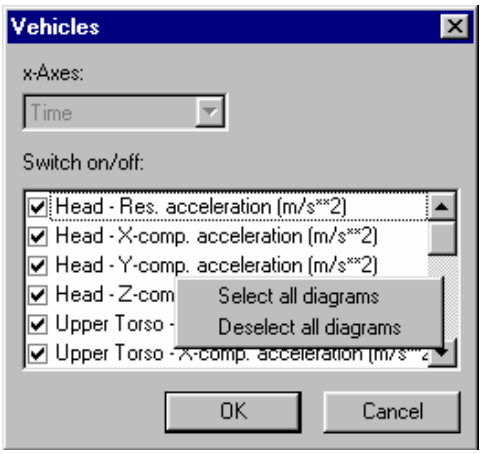
Sensor	x	y	z
Head	-0.14	0	0.65
Upper Torso	-0.18	0	0.28
Lower Torso	-0.04	0	-0.02

Quando si carica il file del grafico desiderato, apparirà con tutte le voci evidenziate sul grafico.

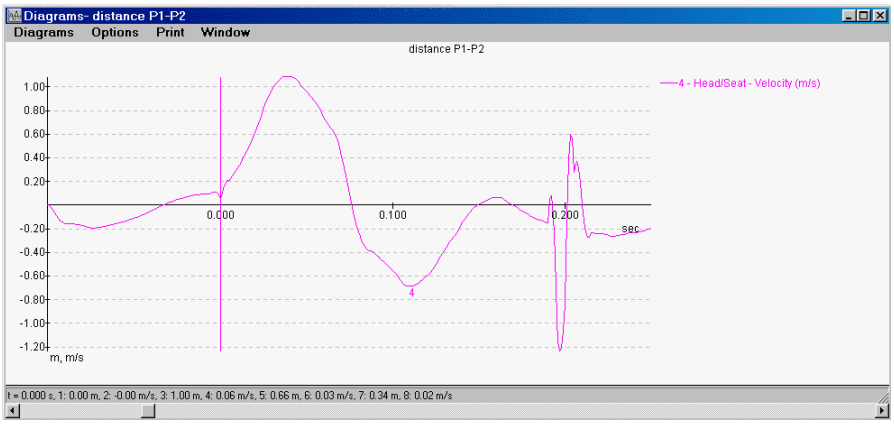

Diagrams- relative displacement
Diagrams Options Print Window
distance P1-P2
1.50
1.00
0.50
-0.50
-1.00
-1.50
m, m/s
0.000
0.100
0.200
sec
1 - Sternum - Distance (m)
2 - Sternum - Velocity (m/s)
3 - Head/Seat - Distance (m)
4 - Head/Seat - Velocity (m/s)
5 - Upper Torso/Seat - Distance (m)
6 - Upper Torso/Seat - Velocity (m/s)
7 - Lower Torso/Seat - Distance (m)
8 - Lower Torso/Seat - Velocity (m/s)
t = 0.000 s, 1: 0.00 m, 2: -0.00 m/s, 3: 1.00 m, 4: 0.06 m/s, 5: 0.66 m, 6: 0.03 m/s, 7: 0.34 m, 8: 0.02 m/s

Per visualizzare chiaramente i singoli grafici, è possibile disattivarne qualcuno selezionando dal menu della finestra diagrammi **Opzioni – Diagrammi/Assi**, che apre una finestra in cui ogni voce ha una casella di selezione. Cliccare sulla casella per attivarla o disattivarla.

Se si desidera visualizzare soltanto uno o pochi grafici, prima disattivarli tutti cliccando sul tasto destro nella finestra. Si apre un menu che permette di attivare o disattivare tutte le voci. Prima deselezionare tutto e poi attivare soltanto i grafici che si desidera visualizzare.



Ad esempio, selezionando soltanto Velocità Testa/sedile tra i Diagrammi precedenti si potrà visualizzare chiaramente il grafico desiderato.



I dati del diagramma possono essere esportati, ad esempio su programmi che gestiscono fogli di calcolo come MS Excel®. Per farlo selezionare dalla finestra Diagrammi l'opzione **Diagrammi – Esporta Diagramma**.

Si apre una finestra nella quale possono essere salvati i dati come file di diagramma (*.dia) o file DXF (*.dxf). Si osservi che la durata predefinita della base dei tempi è di 0,5 secondi, si suggerisce di cambiarlo con un valore molto più piccolo

Nota: *le velocità* ****.dvl*** *relative al sedile (punto H) sono calcolate nella seguente maniera:*

$$v = \frac{d}{dt}\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Questa formula calcola la variazione nella distanza tra due punti nel tempo, che non è lo stesso della velocità relativa dell'elemento selezionato rispetto al sedile o al veicolo. Ad esempio questa formula sarebbe pari a 0 se l'elemento selezionato ruotasse intorno al punto H del sedile, senza nessun cambiamento del raggio di rotazione.

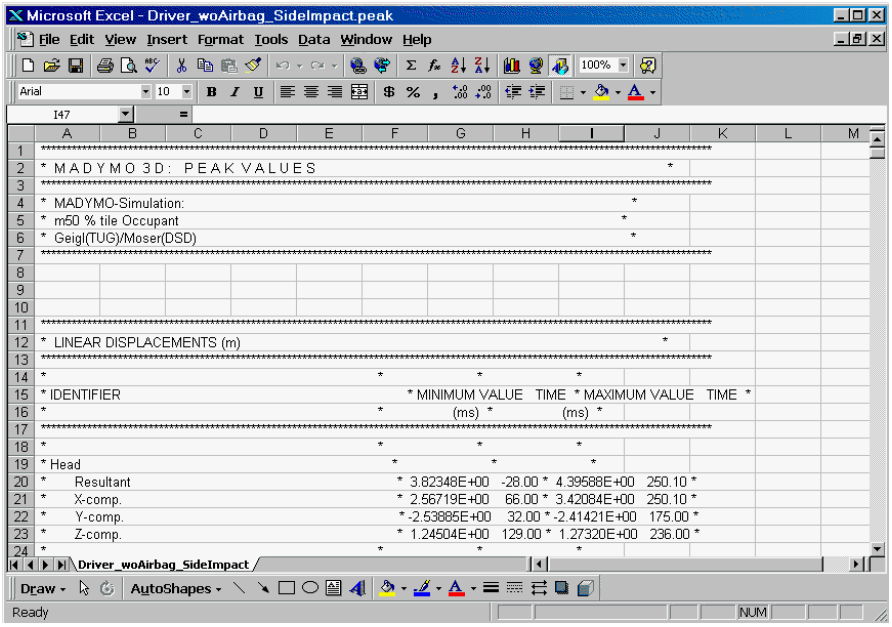
Per ottenere la velocità relative dell'elemento selezionato rispetto al sedile o veicolo, si dovrebbe usare la seguente formula:

$$v = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2}$$

*Ad esempio, per calcolare la velocità d'urto della testa del passeggero contro il finestrino laterale, utilizzare i dati di spostamento x, y e z forniti nel file ***.rds** per calcolare le velocità relative x, y e z. Questo si può fare facilmente esportando tali dati in un foglio di calcolo.*

Valore di picco

I valori di picco per i grafici Madymo sono riportati in forma di tabella nel file ***.peak**. Tale file si può visualizzare in un elaboratore testi o programma di fogli di calcolo come MS Excel®.


Microsoft Excel - Driver_woAirbag_SideImpact.peak
File Edit View Insert Format Tools Data Window Help
* MADYMO 3D: PEAK VALUES
* MADYMO-Simulation:
* m50 % tile Occupant
* Geigl(TUG)/Moser(DSD)
* LINEAR DISPLACEMENTS (m)
* IDENTIFIER * MINIMUM VALUE TIME * MAXIMUM VALUE TIME *
* (ms) * (ms) *
* Head
* Resultant * 3.82348E+00 -28.00 * 4.39588E+00 250.10 *
* X-comp. * 2.56719E+00 66.00 * 3.42084E+00 250.10 *
* Y-comp. * -2.53885E+00 32.00 * -2.41421E+00 175.00 *
* Z-comp. * 1.24504E+00 129.00 * 1.27320E+00 236.00 *
Driver_woAirbag_SideImpact
Draw AutoShapes
Ready
NUM

Visualizzare Madymo in 3D

Le animazioni Madymo sono fatte come in PC-Crash: fare riferimento alla descrizione del menu **Visualizza – Finestra 3D.**

Per la simulazione Madymo, il primo passo è caricare il file *.kn3 dalla cartella in cui è stata salvata la simulazione Madymo, selezionando **Animazione – Carica File Madymo® Kin3** nella finestra di visualizzazione 3D.

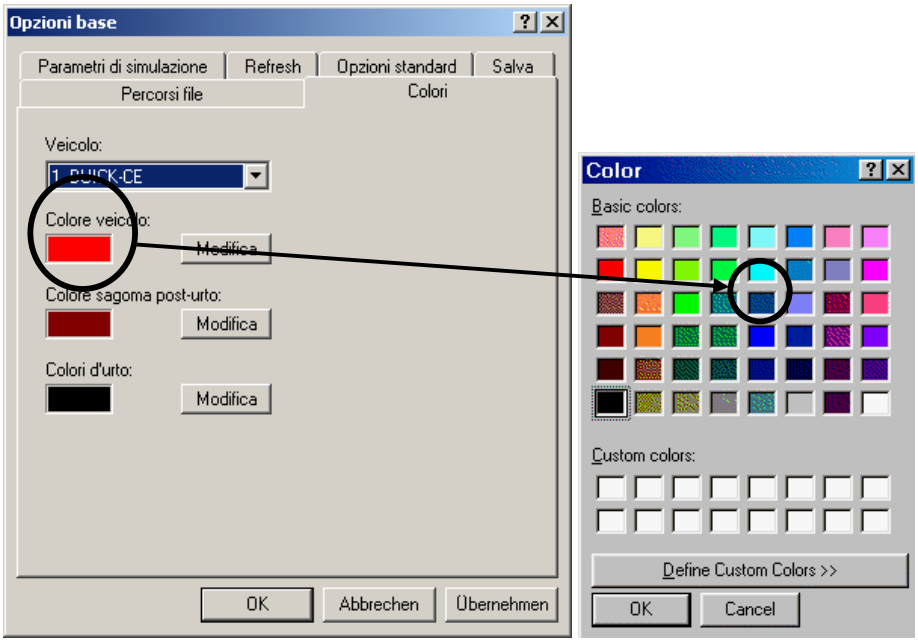
Appare una finestra in cui si può selezionare il file ***.kn3** per la simulazione Madymo desiderata. Una volta caricato il ***.kn3**, il passeggero multibody Madymo e l'abitacolo saranno visibili nella finestra 3D, sulla schermata principale.

Se il progetto di PC-Crash da cui si calcola la simulazione Madymo è aperto, il passeggero Madymo e l'abitacolo saranno posizionati correttamente nel veicolo. Per visualizzare il passeggero innanzitutto posizionare la videocamera nella giusta posizione all'interno della finestra principale, usando il pulsante videocamera . I parametri della videocamera possono essere regolati nella finestra di Visualizzazione 3D.

La carrozzeria del Veicolo solitamente impedisce di vedere il passeggero. Per ovviare a questo problema procedere come indicato successivamente.

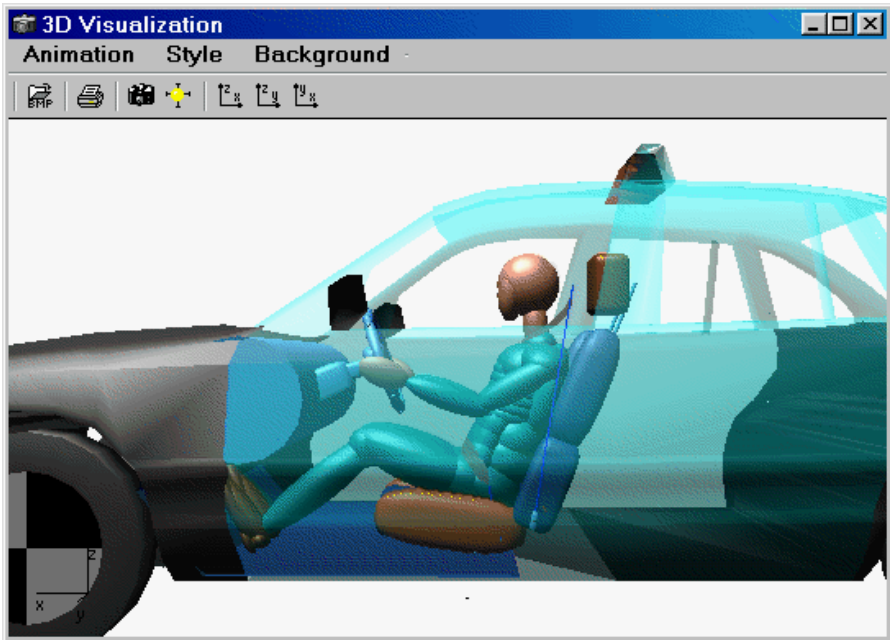
Rendere la carrozzeria del veicolo trasparente

Si può modificare il colore della carrozzeria del veicolo per renderla trasparente, selezionando **Opzioni – Opzioni – Colori**. Cliccare quindi sul pulsante Cambia per il colore Base del veicolo in questione e selezionare il colore azzurro trasparente nella seconda fila.



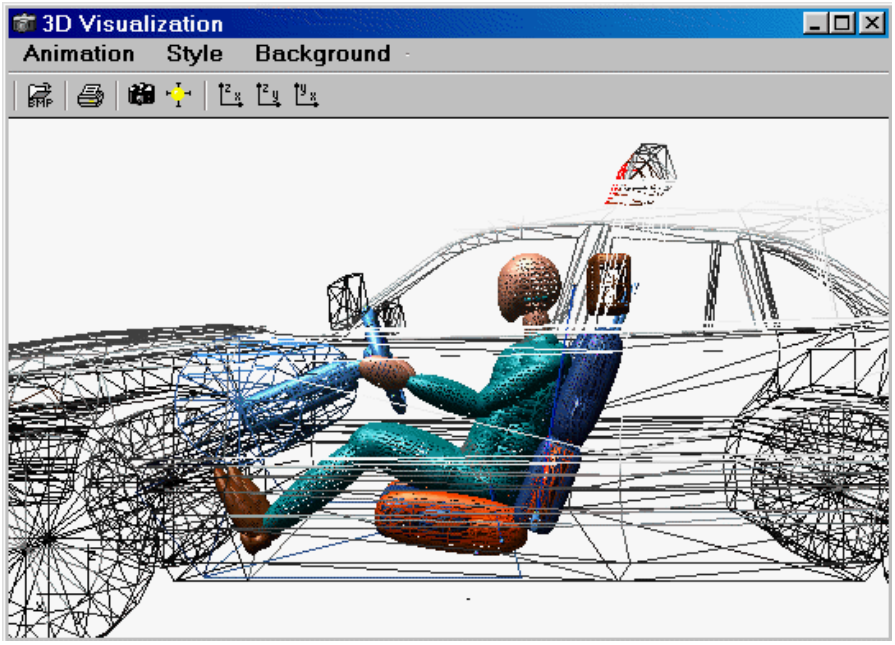
Se una forma DXF è collegata al veicolo, basta cambiare con il colore trasparente soltanto la parte del veicolo davanti al passeggero. Selezionare **Veicolo – Veicolo DXF –** **Modifica Disegno** e usando il pulsante Cambia Stile Linea cambiare il colore degli elementi selezionati

Adesso il passeggero sarà visibile attraverso la carrozzeria trasparente.



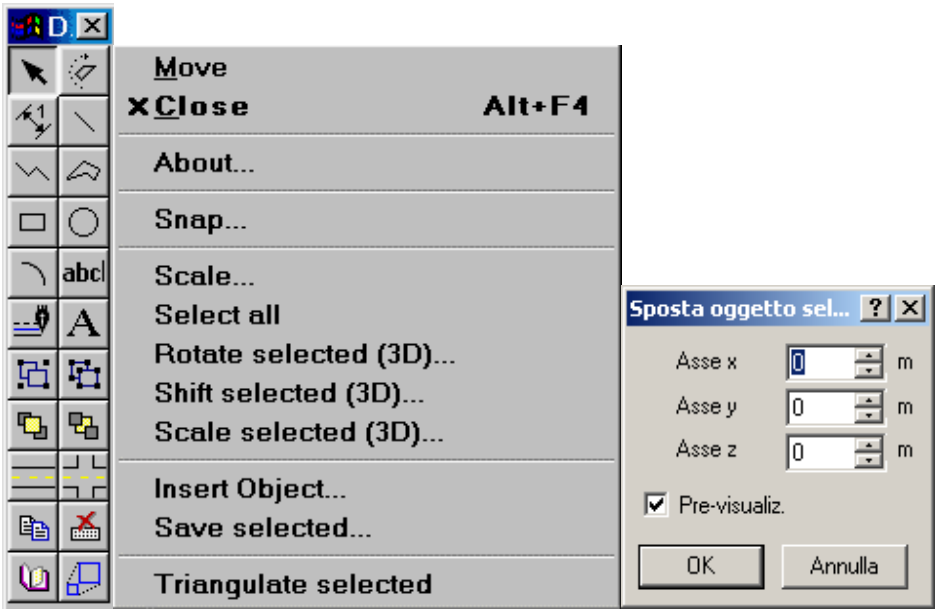
Visualizzare la carrozzeria del veicolo a segmenti

La carrozzeria del veicolo può essere modificata e visualizzata anche come insieme di segmenti nella finestra 3D. Selezionare l'opzione del menu della finestra 3D **Stile – Opzioni di visualizzazione** e attivare ☑ Vista a Linee. Questa modifica verrà mantenuta anche per il modello Madymo.

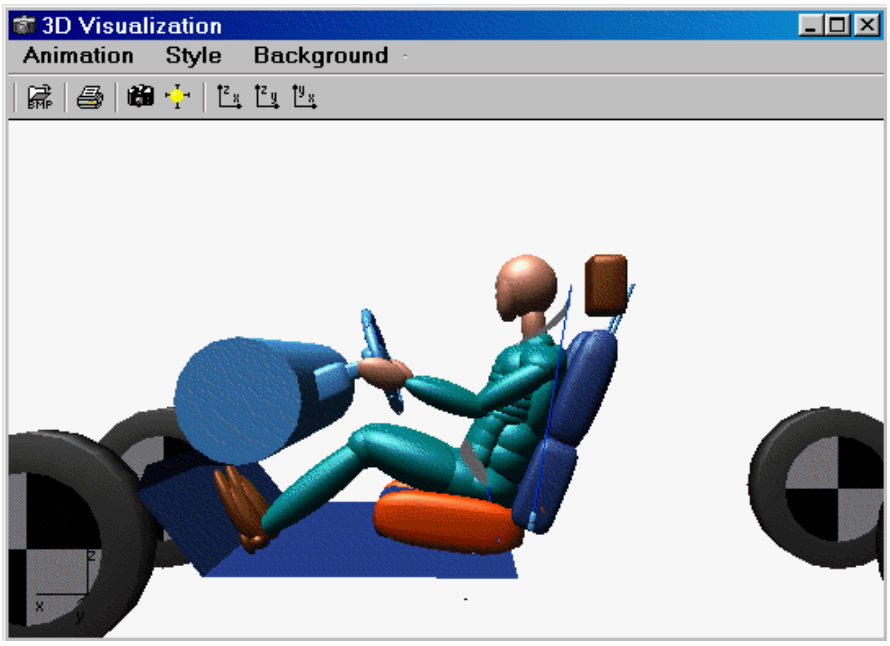


Spostare la carrozzeria di un veicolo DXF

Se una forma di veicolo 3D è collegata al veicolo, può essere spostata per permettere di visualizzare il passeggero. Selezionare **Veicolo – Veicolo DXF –** ☑ **Modifica Disegno**. Poi cliccare con il tasto destro nella barra del titolo della finestra di Disegno per aprire il menu. Se si desidera spostare tutta la carrozzeria del veicolo cliccare su Seleziona tutto e poi su Sposta Selezionato (3D).

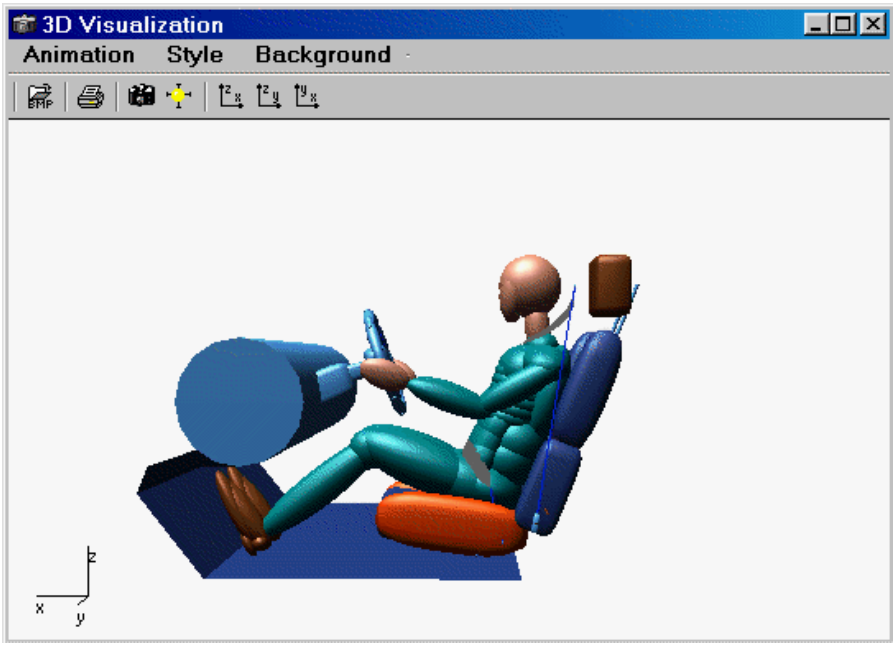


Spostare la carrozzeria verticalmente (in direzione z) in maniera tale che non sia visibile dall'inquadratura della videocamera 3D del passeggero (normalmente 5m). Il passeggero e sedile Madymo saranno ora visibili senza la carrozzeria del veicolo.



Disattivare il veicolo nella Finestra 3D

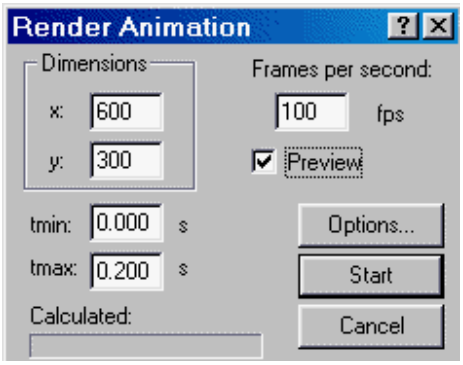
La visualizzazione 3D del veicolo può essere disattivata deselezionando ☑ Veicoli in **Stile – Opzioni di Visualizzazione** all'interno della finestra 3D; in questa maniera saranno visualizzati nella finestra soltanto il passeggero Madymo e l'interno del veicolo.



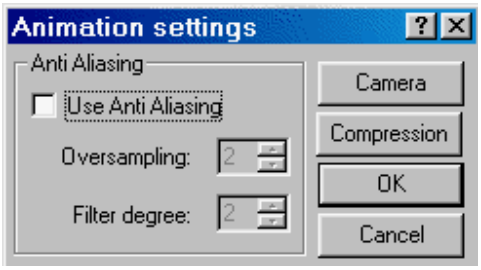
Rendering dell'Animazione Madymo

Selezionare **Animazione – Rendering** nella finestra 3D; apparirà una finestra che permette di scegliere il nome del file nel quale salvare l'animazione.

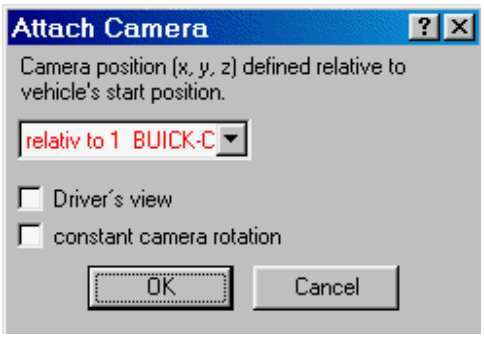
Dopo aver inserito e salvato il nome, si apre la finestra Rendering Animazione. Dato che la lunghezza del movimento del passeggero sarà solitamente poche centinaia di millisecondi, utilizzare un alto numero di fotogrammi al secondo (nell'esempio successivo si sono scelti 100 fotogrammi al secondo).



Normalmente il modo migliore per visualizzare il movimento del passeggero è con la videocamera solidale al veicolo: premere il pulsante Opzioni per aprire Impostazioni Animazione.

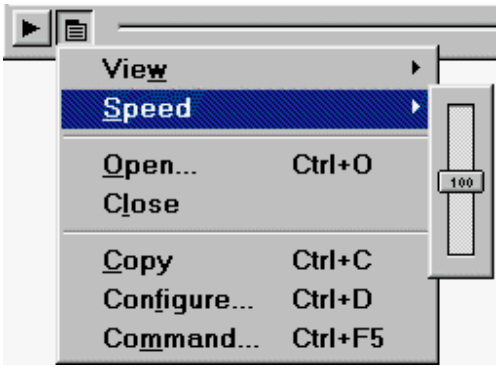


Cliccare sul pulsante videocamera per aprire la finestra Aggancia Telecamera. Selezionare “Relativa a …” dall’elenco per selezionare il veicolo a cui attaccare la videocamera.



Una volta collegata la videocamera, tornare alla finestra Rendering Animazione e premere il pulsante Inizio per avviare il rendering dell’animazione.

Una volta effettuato il rendering, è possibile visualizzare l’animazione al rallentatore. Cliccare su opzioni vicino all’angolo inferiore sinistro della finestra Animazione per aprire il menu seguente.



Selezionare la voce Velocità e scorrere la barra fino a raggiungere una velocità bassa, come il 5%. L’animazione del passeggero può essere visualizzata a rallentatore cliccando sul pulsante con la freccia. La barra di scorrimento principale della finestra Animazione si può utilizzare per visualizzare ogni fotogramma dell’animazione in dettaglio.

Indice analitico

ABS 99
Accelerate 247
Accelerazione e Frenata 247
Aggancia 226
Aggancia punto d'Urto 214
Aggiorna 221
Aggiornamento Automatico 217
Aggiornamento dello schermo 20
Airbag 282
all'analisi post urto 172
Altezza C.G. 98
Analisi Automatica della Collisione 47
Analisi dell'urto 38
Ancora Veicolo 152
Animazione 194
Annulla 219
Annulla Zoom 221
Anteprima di Stampa 82
Anti-aliasing 195
Apri 18
Attrito 254
Attrito 218
Auto calc 171
Barra degli strumenti principale 211
Barra di Disegno 225
Barra di Simulazione 211
Barra di stato 14
Barra di Stato 211
Barra Strumenti 11
Barra strumenti Cinematici 143
Bitmap 81, 221
Bitmap 79
Bitmaps
disattivatare 221
Calcoli Cinematici 135
Calcoli Distanza/Tempo 256
Calcolo Automatico 214
Calcolo Automatico di Urti Secondari 215
Calcolo del contatto dello pneumatico 128
Cambiamento di corsia 250
Caratteristiche di PC-Crash 7
Carica 77
Caricare i veicoli 20
Carico 103
Cartelle 212
Catalogo EES 122
Cintura di Sicurezza 282
Codecs 196
coefficiente di restituzione 169
Colori 212
Controllo Stabilità 109
Copia Schermo 84
Corpo Auto 101
Costruzione Veicolo 25
Crea oggetto stradale 3D 155
Creare l'interno del veicolo 71
Creare la deformazione usando diversi profili del veicolo 90
Database Rigidezze 127
Database Veicoli 20, 85
Dati inseriti e risultati 62
Definisci Pendenza della strada 154
Definisci Poligoni di Attrito 153
Definisci Punti del Percorso 151
Definizione del punto d'urto 41
Definizione della Posizione di Arresto e/o Intermedia 48
Determinazione della nuova Posizione Iniziale 40
Diagrammi 65
Diagrammi 185
Diagrammi / Assi 191
Dimensione Pneumatico 114
Dinamica 131
Disegno DXF 80
Ditches
Profile 161
Dongle 6
DSD database 22
DSDJapan2000 23
Duel tires 114
EES 44, 168
EES catalog 168
Elimina Ultimo Veicolo 95
Esporta 81
Esporta Diagramma 189
Esportare un Disegno DXF 81

Estrudi 237
Estrudi 71
Evitabilità 256
Evitabilità nel tempo 148
File 77
Finestra Vista Laterale 206
Fonte Luminosa 201
Forma del veicolo 19
formula di Burg 99
Forza di Frenata Posteriore 102
Friction
  Vehicle to vehicle 169
Genera elemento stradale 233
Geometria Veicolo 97
Gestione Veicolo 96
Gouraud shading 202
Grafica 220
Grafica - DXF 225
Grafica – Modifica Bitmap 222
Griglia 35
Griglia di misurazione 238
Hardware lock 6
Imbardata Iniziale 34
Importa 79, 157
Imposta Stampante 83
Impostazioni di visualizzazione 19
Impostazioni di Visualizzazione 215
Impostazioni predefinite 15
Impostazioni Predefinite 218
Impostazioni Veicolo 26, 96, 254
Impulso di Accelerazione 278
Individuazione dell'Urto 172
Individuazione Ribaltamento 134
Individuazione Urto 214
Individuazione Urto con combinazioni
  Autocarro/Rimorchio 172
Inserire sfondi 29
Installazione 2
Interfaccia programmi di elaborazione testi 66
Intervallo di integrazione 215
Larghezza 162
Licenza di PC-Crash 6
Lingua 219
Lo strumento Carro Attrezzi 33
Massima forza rimorchio 106
Menu description 77
Metodo del limite 238
Metro 210
Misurare le distanze 35
Modelli degli Pneumatici 110
Modelli di passeggero 56
Modello d'urto basato sulla Rigidezza 127, 175
Modello di guida 121
Modello Multibody 258
Modello Passeggero Madymo 273
Motore/Trazione 114
Mouse e Stampanti 2
Muovi Punto d'Urto 170
Muovi/Ruota Veicolo 164
Nuovo 77
Nuovo progetto 16
Opzioni 182, 211
Opzioni del menu 11
Ottimizzatore della Collisione 178
Ottimizzazione della Collisione 48
Parametri Simulazione 213
PDOF 42
Pedoni 55
Pendenza delle ripe 161
Pendenza trasversale 160
Percorso cinematico a ritroso 51
Phi 170
Poligoni di Attrito 32
Posizione del sole 208
Posizione e Velocità 131
Posizione videocamera 194
Posizione viodeocamera 3D 192
Posizioni di arresto 178
Posizioni Intermedie 178
Pretensionatore 283
Print
  Scale scene diagram 81
Procedura guidata 18, 78
Profondità di penetrazione 214
Programmare Sequenze 246
Proprietà Sospensioni 100
Psi 170
Punti 252
Raggio 161
Ratschbacher's database 23
Reazione 251
Requisiti Hardware 1
Resistenza dell'aria 117
Retromarcia 35
Ribaltamenti 59
Rimorchi 27
Rimorchio 105
Ripe 158
Ritardo di frenata 218
Rotazione del piano di contatto 42
Ruota Piano di Contatto 170
Sagoma Veicolo 107
Salva 219
Salva 77
Salva Automaticamente 18
Salva Filmato 195
Salva Progetto 18
Salvare la Simulazione come Immagine 47
Salvare un veicolo 28
Salvataggio Automatico 219
Scala 36, 220
Scansione 79
Segnaletica 163
Segnali dei Sensori 189

Segui Percorso a ritroso.....150, 172
Selezione Scanner.....79
Sequences
  Deleting.....255
Sequenze di Movimento.....36
Sfondo.....204
Sgancio del rimorchio.....253
Simulazione dell'urto.....40
Simulazione Urto.....165, 173
Simulazione Urto a ritroso.....172
Sincronizzazione dei veicoli.....53
Sistema Multibody.....131
Spaziatura Griglia.....220
Specs database.....23
Sposta.....222
Spostamento dell'Origine.....191
Spostamento della Posizione Iniziale.....50
Stampa.....62
Stampa Dati / Modelli.....82
Stampa Rapporto.....84
Stampa Schermo.....83
Sterzata.....249
Sterzata del rimorchio.....120
Superelevation.....160
Tasti di scelta rapida.....14
Tempo di ritardo.....248
Tempo massimo della simulazione.....214
Tire
  Duels.....114
Tracce visibili.....216
Traiettorie Post-Urto.....44
Traiettorie Pre-Urto.....45
Triangola.....235
Triangola selezionato.....228
Triangolo V.....216
UDS.....164
Ultimo tratto.....19
Unità.....219
Unità di misura.....16
Urti Secondari.....49
Urto.....165
Utilizzare PC-Crash.....11
v Sep.....168
Valori.....63, 182
Veicoli
  Disegni Veicolo.....87
Veicoli Personalizzati.....24
Veicolo.....84
  Cancellare o Sostituire un veicolo.....28
  Definire le Condizioni Iniziali del Veicolo.....33
  Inserire Profili di Veicoli 2D e 3D.....29
Veicolo Personalizzato.....80, 81
Velocità Min/Max.....252
Versione dimostrativa.....7
Vettore della forza d'urto (PDOF).....42
Video Compression.....196
Vista 3D.....193
Vista 3D e Animazioni.....61
Vista a segmenti.....202
Visualizzare i Risultati Madymo.....284
Vyskocil database.....23